OTTO KEIL

Die Behandlung der Gasphlegmone.

Über die Behandlung der Gasphlegmone.

INAUGURAL-DISSERTATION

ZUR ERLANGUNG DER

MEDIZINISCHEN DOKTORWÜRDE

AN DER

FRIEDRICH-WILHELMS-UNIVERSITÄT

ZU BERLIN

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

VON

OTTO KEIL

OBERARZT AUS BERLIN.

TAG DER PROMOTION: 12. SEPTEMBER 1917.

GIESSEN 1919.
DRUCKEREI CHRIST & HERR.

Gedruckt mit Genehmigung der
Medizinischen Fakultät der Universität Berlin.
Dekan: Prof. Dr. Franz.
Referenten: Prof. Dr. Köhler,
Prof. Dr. Hildebrand.

Aetiologie.

Von den Wundinfektionskrankheiten ist durch den Krieg die Gasphlegmone infolge ihres häufigen Auftretens im Gegensatz zu den Friedensverhältnissen der Allgemeinheit mehr zugänglich gemacht als früher und dadurch auch die Art der Behandlung eingehender durchforscht und nachgeprüft worden.

Im Jahre 1893 veröffentlichte E. Fraenckel seine grundlegende Arbeit „über die Gasphlegmone" und beschrieb den im vorhergehenden Jahre gefundenen anaëroben Bazillus, den er bazillus phlegmones emphysematosae benannte. Schon vor ihm beschäftigten sich Forscher mit den Erscheinungen der Gasgangrän und wiesen ihre infektiöse Natur und Übertragbarkeit nach, doch scheiterten weitere Untersuchungen an den technischen Schwierigkeiten (Bottini, Gussenbauer); ja, es gelang auch schon, einen anaëroben Bazillus zu finden (Rosenbach) und zwei mit infiziertem Muskelbrei geimpfte Meerschweinchen (bazillus emphysematis maligni Wicklein) zu töten und bei der Sektion ein das subkutane und intermuskuläre Zellgewebe durchsetzendes, mehrere Gasbläschen enthaltendes Oedem festzustellen; die vollkommene mikroskopische Untersuchung, Züchtung und Tierversuch glückten erst Fraenckel; er charakterisierte den Erreger als „einen kurzen, etwas plumpen, mit abgerundeten Ecken versehenen, vollkommen unbeweglichen, zuweilen Scheinfäden bildenden, oft als Doppelstäbchen erscheinenden Bazillus, dessen Kolonien auf der Platte in wechselnder Intensität Gasblasen entwickeln" [36]). Er ist mit einer Kapsel

versehen, geißellos, Gram und Weigert positiv und bildet „nur ganz ausnahmsweise Sporen“ [38]).

Von den ihm verwandten Arten, dem Bazillus des malignen Oedems, des Rauschbrandes und den sogenannten Pseudooedembazillen ist er gut zu unterscheiden. Seiner Ansicht traten auf Grund ihrer eigenen Untersuchungen mehrere Forscher bei (Pfeiffer, Stolz etc.), und erklärten den Fraenkel'schen Gasbazillus als den Erreger κατ' ἐξοχήν der Gasphlegmone.

Conradi und Bieling [24]) stellten dagegen auf Grund ihrer eingehenden Untersuchungen den bazillus sarcemphysematodes hominis als Erreger des Gasbrandes in allen ihren Erkrankungsfällen fest und kamen unter Heranziehung des bac. Fraenckel, bac. oedematis maligni Koch, des Rauschbrandbazillus etc. zu dem Schluß, daß sich alle diese verschiedenen Bazillenarten einheitlich zusammenfassen lassen. Ausgehend von dem von ihnen gefundenen Erreger leiten sie zwei Formenkreise ab (Münch. med. Woch. 1916, No.44.):

1. Den vegetativen Formenkreis, gekennzeichnet „einerseits durch die Unbeweglichkeit der Stäbchen und deren Mangel an Geißeln sowie Sporen, andererseits durch das Hervortreten der Kohlehydratvergärung und durch hohe Pathogenität, eingestellt auf intensive Vermehrung und proliferierendes Wachstum“. Rein findet er sich an der Peripherie des Erkrankungsherdes, also in der frischen Fortschrittszone. Charakteristisch ist die Gasbildung aus sämtlichen Kohlehydraten und der auftretende ranzige Geruch. Hierhin würde der Fraenckel'sche Gasbazillus gehören.

2. Den sporogenen Formenkreis, charakterisiert „einmal durch die Beweglichkeit der Stäbchen, sowie ihre Sporen- und Geißelbildung, ferner durch Hervortreten des hämorrhagischen Oedems in vivo bezw. der Eiweißfäulnis in vitro bei herabgesetzter Virulenz und endlich durch die Produktion der histogenen Fäulnisgifte. Die Tendenz zur extensiven

Proliferation und Progression tritt also zurück, hervor aber das Bestreben der Arterhaltung bei intensiver Zerlegung des Nährbodens". Er endet als Saprophyt; in der Wunde findet er sich mehr im Centrum der Infektion. Charakteristisch ist die Eiweißzersetzung unter Fäulniserscheinungen. Diese Eigenschaften vereinigt der Bazillus oedematis maligni (Koch) in sich.

Der von ihnen gefundene bacillus sarcemphysematodes hominis zeigt eine ungewöhnliche Vielgestaltigkeit, indem neben kurzen und plumpen auch lange und schlanke Stäbchen sowie Sporenformen der verschiedensten Art vorkommen, von denen einzelne als Doppelstäbchen nebeneinander liegen; verhältnismäßig selten findet sich die Fadenform. Allen gemeinsam ist eine äußerst lebhafte Beweglichkeit, die durch zahlreiche Geißeln hervorgerufen wird. Kapseln sind weder in Kulturen noch in Organen beobachtet. In der Färbung nach Gram finden sich meist intensiv gefärbte Exemplare, doch kommen alle Übergänge bis zur farblosen, Gram- negativen Form vor. In der Kultur wächst der Gasbazillus streng anaërob, zeigt in 1% Traubenzuckeragar ein üppiges Wachstum und durchsetzt Agar-Agar mit Gasblasen, die sich bei Zusatz von 1% verschiedener Kohlehydrate noch intensiver entwickeln. Die einzelnen Agar-Kolonien, die nie ineinander verschmelzen, stellen ein weißliches, flockiges, ausgefranztes Gebilde dar. Bei Nährgelatine findet sich Verflüssigung von der Randzone her; Lackmusmolke (Kahlbaum) wird deutlich gerötet, Gärfähigkeit ist bei den von Conradi und Bieling geprüften Kohlehydraten uneingeschränkt vorhanden.

Im Tierversuch ist das Meerschweinchen für die Infektion am empfänglichsten, das bei geeigneter Dosierung regelmäßig zu Grunde geht; dagegen erliegt das Kaninchen nur bei Überimpfung natürlich infizierter Organe oder Körpersäfte der Infektion, nicht aber eingeimpften Bouillonaufschwemmungen, zeigt also nur eine bestimmte Pathogenität.

Die Untersuchungsergebnisse Aschoff's zeigen einen dem eben beschriebenen ähnlichen Erreger des Gasödems, den er folgendermaßen kennzeichnet: [5].)

morphologisch: plumpe Stäbchen, zum Teil Diplokokkenformen, zum Teil Ketten, gelegentlich Fadenbildung. Gramfärbung: positiv, wechselnd bis negativ.

Beweglichkeit: meist nur vereinzelte Exemplare, gelegentlich aber lebhaft.

Geißeln: vorhanden.

Sporenbildung: wechselnd in ihren Bedingungen, aber immer vorhanden.

Kulturell: anaërobes Wachstum, Gasbildung in Agar, vergärt Traubenzuckeragar, Milchgerinnung von wechselnder Stärke, Hirnnährboden nicht geschwärzt, Blutbouillon Hämolyse, Lackmusmolke gerötet, Gelatine meist verflüssigt, Kulturen meist geballt und aufgefasert, bei Wachstum in Agar scharf abgegrenzt, wenn Gasbildung.

Geruch: beim Tier geruchlos im Oedem, auf Zuckernährböden saurer Geruch (Buttersäure), sonst fader (fäulnisartiger) Geruch in Kulturen.

Tierversuch: pathogen für Mensch, Pferd, Rind, Kaninchen, Meerschweinchen, Ratte, Maus".

Der Bazillus gehört weder zu den Welch-Fraenckel'schen Gasbazillen, noch zu den Fraenckel'schen Oedembazillen, sondern ist am nächsten dem Ghon-Sachs'schen Oedembazillus verwandt; auch unterscheidet er sich vom Rauschbrandbazillus durch die geringe Granulose- und Sporenbildung.

Wenn man die Ergebnisse der drei mitgeteilten Arbeiten mit einander vergleicht, so fallen gewisse gleichwertige, verwandte Eigenschaften der einzelnen Erreger der menschlichen Gasphlegmone auf; der schon 1893 von Fraenckel aufgestellte Satz:

„daß die verschiedenen bei der menschlichen Gasphlegmone gefundenen Bakterien untereinander verwandt sind und zu den Bazillen des malignen Oedems, des Pseudooedems und den Rauschbrandbazillen in naher Beziehung stehen", oder die 1904 von ihm aus seiner Monographie (1893) wiederholte Schlußfolgerung, „daß verschiedene Bakterien imstande zu sein scheinen, den klinisch mit dem Namen der Gasgangrän belegten Symptomenkomplex hervorzurufen",

wird von Aschoff, von Hibler und anderen voll anerkannt, während Conradi und Bieling auf Grund ihrer bakteriologischen Ergebnisse nur ihren Bazillus sarcemphysematodes hominis als Erreger des Gasbrandes gelten lassen.

Fraenkel [39]) wendet sich nun dagegen, daß Conradi und Bieling auf Grund ihres bakteriologischen Untersuchungsbefundes die in ihrer ersten Mitteilung dargestellten Fälle als Gasgangrän auffassen, wenn auch das klinische Bild dieser Fälle zu der Diagnose Gasgangrän nötigte; er macht den Vorschlag, diese beobachteten Fälle nicht zum Gasbrand zu rechnen, da ja C. und B. ihrem Gasbrandbazillus dem Bazillus des malignen Oedems und dem Rauschbrandbazillus verwandte Eigenschaften zuschreiben, sondern ihn als menschlichen Rauschbrand aufzufassen; C. u. B. gingen allerdings noch weiter, indem sie durch ihre oben angegebenen Untersuchungen eine Grundlage dafür schaffen wollen, die weit auseinander liegenden Krankheitsgebiete des Rauschbrandes der Tiere und des menschlichen Gasbrandes durch eine engere Zusammenfassung ihrer Erreger in einen Typus humanus und Typus bovinus der Gasbrandbazillen, ähnlich den verwandtschaftlichen Beziehungen zwischen Rinder- und Menschen-Tuberkelbazillus ätiologisch einander zu nähern. Sie kommen zu dem Schluß, [25]) „daß die als Bac. phlegmonemphysem. Welch-Fraenkel, Bac.-Ghon-Sachs, Bac. Hibler XI., maligne Oedem- und Rauschbrandbazillen beschriebenen und für selbständig und abgrenzbar gehaltenen Bakterienarten nur

wandelbare Entwicklungsstufen des einen Gasbranderregers, des bac. sarcemphysematodes, darstellen, mit dem sie die gemeinsame Abstammung verbindet".

Auch Fürth [52]) zieht aus seinen Untersuchungen die Schlußfolgerung, daß sich verschiedene Typen beim menschlichen Gasbrand unterscheiden lassen, die jedoch teilweise ineinander übergeführt werden können; in manchen Fällen hat er Erreger gefunden, die serologisch mit Rauschbrandbazillen übereinstimmen. Er sowohl wie Klose [75]), der die Ergebnisse der Arbeit von Fürth bestätigt gefunden hat, betrachten den Rauschbrandbazillus zu der Gruppe der Gasoedembazillen zugehörig.

Fründ [51]) kommt auf Grund seiner Untersuchungen zu dem Schluß, daß sich beim menschlichen Gasbrand verschiedene Typen unterscheiden lassen, die zum Teil in einander übergeführt werden können, und die gleichen Beobachtungen werden noch von anderen festgestellt.

Fraenkel dagegen wiederholt seine alte Ansicht [39]), daß „der Gasbrand und das maligne Oedem unter allen Umständen zu trennen sind"; finden sich in einem klinisch als Gasgangrän imponierenden Fall bei der bakteriologischen Untersuchung maligne Oedembazillen in dem erkrankten Gewebe, so ist dieser nicht als Gasbrand aufzufassen, sondern muß als in das Gebiet des malignen Oedems gehörig bezeichnet werden.

Im allgemeinen stehen sich klinisch zwei verschiedene Krankheitsbilder einander gegenüber: In dem einen herrscht das Oedem vor, in dem anderen handelt es sich vorwiegend um Gasansammlungen.

Zur Zeit muß daher die Frage noch unbeantwortet bleiben, ob wir es nur mit den von Aschoff unter dem Sammelnamen Gas-Oedembazillen zusammengefaßten Anaërobiern einerseits, dem Fraenkel'schen Gasbazillus andrerseits zu tun haben, oder ob es sich um einen einheitlichen

Erreger, den Bazillus sarcemphysematodes hom. nach Conradi und Bieling handelt.

Neben dem Fraenkel'schen Gasbazillus, dem Bazillus des malignen Oedems, dem während des Krieges gefundenen Bazillus sarcemphysematodes hominis und dem Aschoff'schen Oedembazillus kannte man früher als Erreger von Gasphlegmonen: Den Bazillus aërogenes capsulatus Welch, den Ghon-Sachs'schen Bazillus, den Bazillus Hibler XI, den Bazillus perfringens (Regnault-Veillon), den Streptobacillus gasogenes aërobicus (de Gaëtano), den beweglichen Buttersäurebazillus (Stolz). Bekannt und in der Literatur beschrieben sind zahlreiche Fälle, in denen das Bacterium coli und der protëus vulgaris Hauseri — während des Krieges habe ich keine Aufzeichnungen darüber gefunden — Gasphlegmonen verursacht haben. Marwedel und Wehrsig [81]) fanden in zwei Fällen einen anaëroben Streptokokkus als Erreger der Gasphlegmone und kamen zu dem Schluß, daß anaërobe Streptokokken auch ohne Mischinfektion das typische Bild des Gasbrandes hervorrufen können. Differentialdiagnostisch kommt eine frühe und sichere Fesstellung der Gasphlegmone in Betracht, da M. und W. in ihren beiden Fällen Erysipel ähnliche Röte der Haut im Gegensatz zu der von Payr bei den Gasphlegmonen beschriebenen Hautverfärbung beobachteten und einen Fall auch anfangs klinisch als Erysipel ansprachen. Eine Anregung zu weiterer bakteriologisch-anatomischer Forschung gibt Duhamel: [32])

Gas und Oedembildung scheinen zwei verschiedenen Reaktionen des Körpers ihre Entstehung zu verdanken; „während die Gasbildung im wesentlichen als faulige Zersetzung von eiweißhaltigem Gewebe sich darstellt, dürfte das Oedem als aktiver biologischer Prozeß, als Ausschwitzung der Gefäße infolge von toxischer Infektion aufzufassen sein".

Für die einheitliche Auffassung der Pathogenese der Gasbranderreger geben Conradi und Bieling [25]) eine Grundlage.

Der Gasbazillus, der im Darm des Menschen und der Tiere vegetiert und mit dem Dünger auf die Felder gelangt, verbreitet sich in der freien Natur durch die Leichen und Kadaverzersetzung, bei der die ursprünglich anaëroben Darmbewohner im abgestorbenen Organismus als reine Saprophyten aërob und anaërob sich schrankenlos vermehren und das umliegende Erdreich durchsetzen. Vermittler der Infektion mit dem Gasbazillus ist die Erde, die den saprophytären Erdkeim durch Beschmutzung der Wunde einschleppt (durch Geschoß, Tuchfetzen etc.) Im toten Gewebe siedelt sich dieser Saprophyt an, entwickelt aber parasitäre Eigenschaften nur unter ganz bestimmten Voraussetzungen; daher erweisen sich viele Wunden als infiziert, aber nur wenige werden gasbrandig. Nur die anaërobe, nicht aber die aërobe Wuchsform ist pathogen. Diese Anaërobiose ist aber von zwei Bedingungen abhängig: von der Abwesenheit des Luftsauerstoffs und des Blutsauerstoffs. Erstere geschieht durch die tiefen zerklüfteten Wundhöhlen, letztere durch die Abtrennung der zuführenden Gefäße, während der bereits in das Wundgebiet hineingelangte Blutsauerstoff durch die im zertrümmerten, absterbenden Gewebe sich vollziehenden Reduktionsvorgänge verbraucht wird. Buchtenreiche Wundhöhlen, Gefäßdurchtrennungen, ausgedehnte Gewebszertrümmerungen, Fremdkörper sowie die Vegetation aërober Keime (sauerstoffzehrend) stellen somit innerhalb des lebenden Organismus die für das Aufkommen des Gasbrandbazillus und seine anaërobe Vermehrung notwendige Sauerstoffleere her. Die Infektion selbst verläuft dann folgendermaßen:

„Von der Infektionspforte aus dringen den Bindegewebsscheiden entlang die Gasbrandbazillen in den toten, sauerstoffleeren Gewebsbezirk ein, vermehren sich hier unter anaëroben Bedingungen, bilden Gifte, die rings das Nachbargewebe nekrotisieren. In diese nekrotische Zone rücken die Gasbrandbazillen sofort vor, ihr fortschreitendes Wachstum geht mit neuer Giftproduktion einher, wiederum ver-

größert sich der Infektionsherd, die Progression des Gasbrandprozesses wird unaufhaltsam".

Krankheitsverlauf.

Ungeachtet aller dieser Zweifel der Aetiologie ist das Krankheitsbild dieser Erreger der menschlichen Gasphlegmone in allen beschriebenen Fällen ein fast gleiches. Einigkeit besteht darüber, daß die Gasbazillen sich ebenso wie die Erreger des Wundstarrkrampfes in der Erdoberfläche aufhalten. Klinisch wurde in dem letzten Jahrzehnt des vorigen Jahrhunderts das Auftreten der Gasphlegmone nach Verletzungen durch niederfallende Baumstämme, Schußverletzungen mit Eindringen von Kleiderfetzen in die Weichteile beobachtet; Fraenkel erbringt auf Grund eines 1899 von ihm selbst beobachteten Falles den Beweis, daß sein Anaërobier außerhalb des menschlichen Körpers zu finden ist. Die vielseitigen Beobachtungen früherer Kriege und des jetzigen Weltkrieges haben diesen Befund vollauf bestätigt. C. u. B. konnten aus 5 verschiedenen Erdproben aus Schützengräben und Reservestellungen ihren Gasbrandbazillus isolieren, einmal gelang ihnen der direkte kulturelle Nachweis in Erde. Mit weiteren eingehenden Untersuchungen befaßt sich zur Zeit Klose.

Die Infektion und Übertragung auf den Menschen geschieht in der allergrößten Mehrzahl der Fälle durch die mit dem Erdboden in Berührung kommenden Sprenggeschosse; durch das Krepieren der Granaten oder Minen auf dem Erdboden werden die Splitter mit Erde beschmutzt und gelangen so in den Körper des Verletzten. In einzelnen Fällen gelang der Nachweis der Gasbazillen aus dem Uniformtuch der Verwundeten in der Umgebung des Einschusses (C. und B.) und aus den mit in die Wunde mit hineingerissenen Kleiderfetzen. Zwei charakteristische Fälle, in denen nur die

Kleider als Infektionsträger in Betracht kommen können, veröffentlicht Wieting [130]):

1.) Ein Fliegeroffizier wird in der Luft über 1000 m Höhe von einem Maschinengewehr aus feindlichem Flugzeug glatt durch die Weichteile des Oberschenkels geschossen; er geht langsam nieder und landet nach 20 Minuten ohne Unfall auf dem Flugplatz, wo der erste Verband angelegt wird. Nach zwei Tagen stellt sich im Lazarett eine typische tiefe Gasphlegmone ein, die durch ausgiebige Einschnitte mit Erfolg bekämpft wird.

2.) Ein Infanterist wird mit Gewehrgeschoß in Spielerei von einem Kameraden aus einigen Metern Entfernung durch den Arm geschossen. Nach zwei Tagen typische Gasphlegmone.

Das Infanteriegeschoß wird seltener als Ursache der Gasbazilleninfektion angegeben, wenn auch einzelne (Kausch [71]) und andere) gerade nach Gewehrschüssen zahlreichere Fälle von Gasphlegmonen sahen. Eingehend hat sich Marwedel [82]) mit dieser Frage beschäftigt. Von seinen 121 Fällen von Gasphlegmone waren bedingt:

91 durch Granatverletzung mit 33 (36,2%) Todesfällen,
17 durch Infanterieschüsse mit 5 (29,4%) Todesfällen,
12 durch Schrapnellverletz. mit 7 (58,3%) Todesfällen,
1 Fall nach Verschüttung.

Dabei war es für die Entstehung der Gasphlegmone gleichgültig, ob es sich um Durch- oder Steckschuß handelte:

59 Durchschüsse mit 23 (38,9%) Todesfällen,
61 Steckschüsse mit 22 (36%) Todesfällen.

Dagegen überwog die Gasinfektion bei Knochenschüssen:

75 Frakturen mit 24 (32%) Todesfällen,
46 Weichteilwunden mit 21 (45,6%) Todesfällen.

Der Grund dieser auffälligen Erscheinung ist darin zu suchen, daß die Knochenverletzungen meist mit bedeutend größeren Gewebszerstörungen einhergehen, die dann einen

äußerst günstigen Nährboden für die Ansiedlung von Keimen abgeben.

Bier [9]) beschreibt 230 Fälle; davon sind:

182 Granatverletzungen 79,1%
11 Schrapnellverletzungen 4,8%
3 Minensplitterverletzungen 1,3%
34 Infanterieschüsse 14,8%.

Ähnliche Zahlen gibt Hancken [60]) an:

Granatverletzungen 95%,
Infanterieschüsse 3,5%.

Davon waren:

Steckschüsse 60%,
Weichteilschüsse 45,3% mit 40% Todesfällen.

Rumpel [98]) stellte in 154 Fällen fest:

139 Granatsplitterverletzungen 90%
6 Infanterieschüsse 3,9%
5 Handgranatensplitter 3,1%
je 2 Schrapnell- und Minensplitterverletzungen.

Davon waren:

104 Steckschüsse,
50 Durchschüsse,
3 Streifschüsse.

Aus dieser Ausstellung geht, worauf auch Rumpel hinweist, hervor, daß glatte Projektile, Infanteriegeschosse und Schrapnellkugeln, nur selten die Quelle der Gasinfektion sind.

Interessant sind die Untersuchungen von Suchanek [119]), der auf Grund dreier Fälle von Schrotschußverletzungen, nach denen am Gesäß, am rechten Oberschenkel und an der linken Schulter tötlich verlaufende Gasphlegmonen auftraten, den Nachweis führte, daß die an dem Pulverpfropfen und Schrotdeckel befindlichen anaëroben Bakterien trotz der plötzlichen, nicht lange anhaltenden Temperatursteigerung beim Abschuß in ihrer Virulenz nicht beeinträchtigt werden und, bei Nahschüssen in den Körper gelangt, hier eine

Gasphlegmone hervorrufen. Im Tierversuch wurden sowohl Kulturen, die teils mit Schrotdeckeln, teils mit Pulverpfropfen beschickt waren, als auch Implantationen obiger Fremdkörper in das subkutane, intraperitoneale und intramuskuläre Gewebe vorgenommen; in mehreren Fällen wurde bei der Sektion — innerhalb welcher Zeit nach dem Tode diese stattfand, wird nicht mitgeteilt — ein Anaërobier gefunden, der dem von Fraenkel-Welch beschriebenen entsprach. Klinisch wurde in diesen Fällen Gasphlegmone nachgewiesen.

Auf die Ausbreitung der Wundinfektion übt auch die Jahreszeit nach jetzigen (Franz-Graz [47]), Sackur [106]) etc.), und auch frühereren Beobachtungen (Balkankrieg) einen großen Einfluß aus. In den regenreichen, naßkalten Monaten ist das Auftreten der Gasphlegmone bedeutend stärker, die Art der Erkrankung bedeutend bösartiger als in der trockenen Jahreszeit.

Auch innerhalb eines Monats findet oft ein jäher Wechsel im Zugang der Feldlazarette statt. Wochenlang, bei klarem Sonnenschein wird kein einziger Fall eingeliefert, dann plötzlich bei Regen und Wolkenbildung häufen sich die Fälle, sodaß man von einem „Gasphlegmonen-Wetter" reden kann. Durch die Feuchtigkeit des Schützengrabens nimmt die Verschmutzung der Uniform so zu, daß die Mannschaften mit einer Erdkruste fast völlig überzogen sind, dabei wird infolge der Eigenart des Stellungskrieges die körperliche Reinigung stark vernachlässigt. Bei nassem Wetter haftet die Erde bedeutend leichter am Leib und den Kleidungsstücken als bei warmem und trockenem, und die Einwanderung von Bazillen von hier aus in die Wunde wird dadurch bedeutend vereinfacht. Die innige Berührung gerade der unteren Gliedmaßen mit den durchnäßten Gräben gibt uns die Aufklärung, warum gerade die untere Extremität häufiger als die oberen Gliedmaßen und der Rumpf mit Gasbrand infiziert werden. Außerdem bilden aber auch die massigeren Muskelmassen der unteren

Extremität ein begünstigendes Moment. Zindel schätzt das Verhältnis der an der oberen und unteren Extremität vorgekommenen Erkrankungen an Gasphlegmone zu einander auf 1 : 5—6. Auch die Beschaffenheit des Erdbodens scheint nach den Angaben von Müller (Rostock) eine Rolle zu spielen, da er auf Lehmboden ein häufigeres Auftreten der Gasphlegmone beobachten konnte als auf Sandboden. (Brüsseler Kriegschirurgentag 1915). Die Abhandlung von Coenen [23]) zeigt, daß in manchen Kampfgebieten der Gasbrand besonders bösartig auftritt. Ich selbst habe in der Kreide der Champagne genau so häufig Gasbrand auftreten sehen, wie auf den schweren Weizenböden des südlichen Flandern. Da sich die Anaërobier ja in dem Erdboden vor allem im gedüngten Ackerlande aufhalten, so erklärt sich die Ungleichheit des Auftretens neben den Wettereinflüssen auch aus dem Zustande des Bodens: Ein trockener, hart gefrorener oder ausgedörrter Boden haftet an den Kleidern nicht so leicht, als die nasse, durchfeuchtete Erde, die die Uniformen durchsetzt und die Haut des Soldaten überkrustet (Marwedel). Merkens [84]) und Rumpel schreiben dagegen den Witterungs- und Bodenverhältnissen keine ausschlaggebende Bedeutung zu, sondern sehen den Hauptgrund der Entstehungsursache der Gasphlegmone in den Transportverhältnissen.

Nach Seefisch [110]) wirken mehrere Momente beim Zustandekommen der Infektion, die zur Gasphlegmone führt, zusammen, unter denen folgende drei die wichtigsten sind:

1. Das mechanische Moment: Die starke Zerreißung der Gewebe mit schwerer Schädigung ihrer Lebensfähigkeit.
2. Das infektiöse Moment: Die Verschmutzung der Wunde durch Erde, Stroh, Tuchfetzen, Pferdemist etc.
3. Das thermische Moment: die Schädigung der Gewebe in den Wunden durch lange Einwirkung der Sonnenhitze mit ihrem fäulnisförderndem Einfluß

oder der Kälte und Nässe bei langem Liegen der Verwundeten im Freiem bei behindertem Abtransport.

Ritter [96]) schreibt diesen drei Momenten jedoch nur einen begünstigenden Einfluß zu: Infolge der Verseuchung der Erde des Schlachtfeldes mit Fäulnisbakterien der faulenden Leichen, zu denen der Gasbrandbazillus gehört, spielt diese wohl die größte Rolle beim Zustandekommen der Gasbrandinfektion.

Endlich ist die Blutversorgung des betreffenden Gebietes äußerst wichtig: z. B. bei Gefäßschüssen (Heidler [61]) oder unter stark abschnürenden Verbänden findet sich besonders häufig die foudroyante Gasphlegmone. Berücksichtigt man alle diese Faktoren, so läßt es sich auch erklären, warum die Gasphlegmone im Kriege häufiger auftritt als im Frieden. Lehrreich ist, daß bei über 200 Fällen von Granatverletzungen bei Zivilisten mit teilweise schwersten Knochen- und Gelenkzertrümmerungen kein einziges Mal Gasphlegmone auftrat (Duhamel-Betz), eine Tatsache, die auch von anderen bestätigt wird. Während des Weltkrieges beschreibt Zeißler [136]) einen Friedensfall, in dem ein 57-jähriger Schlosser mit leichtem Diabetes in einer Fabrik verunglückte, (Zerschmetterung des rechten Unterschenkels mit großer Weichteilzerquetschung durch eine 30 Ztr. schwere Drehbank, die aus 1 m Höhe herabfiel). Am zweiten Tage nach der sofort vorgenommenen Unterschenkelamputation trat eine bösartig verlaufende Gasphlegmone auf, die am dritten Tage nach dem Unfall letal endete.

Klinisch zeigt sich ein sehr typisches Bild beim Sichausbreiten der Gasphlegmone. Nach einer Inkubationszeit von 1—3 Tagen — Ritter-Posen stellte schon nach 12 Stunden einen sicheren Gasbrand fest und Sehrt (Freiburg) beobachtete einen foudroyant verlaufenden Fall 5 Stunden nach der Verwundung, Duhamel 2 Todesfälle 20 bzw. 23 Stunden nach der Verletzung, nach Franz (Berlin) wurden aber auch

Fälle nach 10—12—23 Tagen beobachtet — machen sich die ersten Anzeichen der Wundinfektion geltend.

In 162 an Gasphlegmone erkrankten Fällen trat nach Rumpel die Gasinfektion auf:

am	1.	Tage	nach	der	Verwundung	in	17	Fällen
„	2.	„	„	„	„	„	63	„
„	3.	„	„	„	„	„	34	„
„	4.	„	„	„	„	„	12	„
„	5.	„	„	„	„	„	13	„
„	6.	„	„	„	„	„	4	„
„	7.	„	„	„	„	„	3	„
„	8.	„	„	„	„	„	5	„
„	9.	„	„	„	„	„	1	„
„	10.	„	„	„	„	„	4	„

in je einem am 11., 12., 14., 15., 19. und 23. Tage.

Der Verlauf der Infektion war dabei unabhängig von der Inkubationszeit.

Bei der Betrachtung der vielen Fälle treten zwei verschieden verlaufende Krankheitsbilder hervor, so daß man von einer benignen und malignen Form oder ihrem Sitze nach von einer oberflächlichen, epifascialen und tiefen, subfascialen Form der Gasphlegmone sprechen kann. (Payr-Leipzig). Allerdings läßt sich nicht immer eine sichere Trennung dieser beiden Formen feststellen, zuweilen können sie ineinander übergehen oder nebeneinander herlaufen. Von vielen wird diese 1915 von Payr aufgestellte und vertretene Anschauung wie überhaupt jede scharfe Trennung der beiden Formen sehr bestritten.

Die oberflächliche, epifasciale Form ist durch ihren fast durchweg günstigen Verlauf gekennzeichnet. Die Haut in der Umgebung der verletzten Körperstelle ist anfangs infolge der frühzeitig eintretenden teigigen Schwellung etwas blaß und geht nach verhältnismäßig kurzer Zeit in eine gelbe bis zitronengelbe Verfärbung über, die zuweilen längs der Haut- und Subkutanvenen eine braunrote Streifung zeigt

und gelegentlich gerade im Anfangstadium zu einer Verwechslung mit einer Venenthrombose führen kann; jedoch werden, alle irgendwie auftretenden Zweifel in der Diagnose durch den palpatorischen Nachweis eines feinen Knisterns im Subkutangewebe, nach Art des Hautemphysems, wohl beseitigt. In der Mehrzahl der Fälle werden auf der Haut scharf umschriebene, verschieden gestaltete Flecken von gelber bis kupferroter Färbung sichtbar, die den Hautveränderungen bei subkutanen Blutergüssen täuschend ähnlich sehen und durch die Auflösung und Resorption der roten Blutkörperchen entstehen. In kurzer Zeit kann diese Veränderung der Haut und Subkutis unter fortschreitender Schwellung und Verfärbung sich weiter ausdehnen und z. B. die Gliedmaßen in ihrer ganzen Ausdehnung befallen. Nach den Beobachtungen von Payr, Ritter etc. findet man thrombosierte Venen, von denen aus der Blutfarbstoff diffundiert und die Verfärbung hervorruft, oder zerrissene und zerquetschte kleine Subkutangefäße und eine durch diese hervorgerufene blutige Durchtränkung des Gewebes. Nach anderer Ansicht (Marwedel etc.) wird diese Hautveränderung durch toxische Hämolyse der anaëroben Bazillen hervorgerufen. Zweifel bestehen allerdings noch — und auch Ritter hat den Eindruck zuweilen, daß die Verfärbungen mehr der Lymphbahn folgen; Coenen nimmt eine metastatische Verschleppung auf dem Lymphwege an.

An der befallenen Körperstelle zeigt sich eine ausgesprochene Druckschmerzhaftigkeit, besonders an der Grenze des Erkrankten gegen das Gesunde, die jedoch auch ganz fehlen kann. Über der breiten Muskelfascie breitet sich im Unterhautzellgewebe, von der Schußverletzung ausgehend, ein sülziges, mit Gasblasen durchsetztes Infiltrat aus, das eine rötlich gelbe Farbe hat. Eiter wird fast nur in der näheren Umgebung der Schußwunde bzw. Fremdkörper gefunden, es müßte sich dann gerade um eine Mischinfektion handeln.

Der Verlauf bezw. die weiteren Symptome der oberflächlichen Form der Gasphlegmone gleichen sich fast durchgehend. Bei der Einlieferung in das Lazarett fühlen sich die Verwundeten meist ganz wohl und zeigen keine irgendwie besonders hervortretenden Krankheitserscheinungen. Doch innerhalb kurzer Zeit — die wie oben angegeben, äußerst schwankend ist —, ändert sich dieser günstige Zustand: Der Puls wird beschleunigt, die Atmung meist schneller; weite Pupillen, lebhafte motorische Unruhe und starkes Durstgefühl geben weitere Merkmale. Die subjectiven Beschwerden sind außer bei heftigem Wundschmerz meist sehr gering. Das Bewußtsein ist in vielen Fällen etwas benommen, häufig besteht Euphorie. Auffallend ist das eigentümliche Verhältnis zwischen Puls und Temperatur: bei beschleunigtem Pulse ist die Körpertemperatur in der Mehrzahl normal oder nur wenig erhöht. Dagegen ist ein plötzliches Anschwellen der Fieberkurve ein wichtiger Anhaltspunkt für eine eintretende Verschlechterung und fordert zu sofortigem energischem Eingreifen auf. Eine ganze Reihe von Fällen zeigt aus einer sonst ganz reizlos erscheinenden Wunde ein Aufsteigen von Gasblasen aus der Tiefe; Marwedel bezeichnet diese einfachste und mildeste Form als Gasbrodeln oder Gaswunde, der weitere Grad der immer noch leichten Infektion ist dann nach M. das Hautknistern unter der Haut in der Umgebung der Wunde, die sonst keine Reizerscheinungen zeigt. Viele weisen diese ganz leicht verlaufenden Fälle als nicht zu den Gasinfektionen gehörig ab; wenn bakteriologisch aber ein anaërober Gasbazillus einwandfrei festgestellt ist, muß jeder Fall dieser Art hierzu gerechnet werden. Endlich ist der Verlauf des Gasabsceßes, der sich sehr häufig um Fremdkörper bildet, in der Regel gutartig.

Die Prognose der epifascialen Gasphlegmone ist bei rechtzeitiger Behandlung fast durchgehend günstig, die Mortalität daher nur gering.

Wesentlich ungünstiger gestaltet sich das Bild der tiefen, subfascialen Form der Gasphlegmone. Die Krankheitserscheinungen treten plötzlich zu Tage und verschlimmern den Allgemeinzustand des Kranken mit unheimlicher Geschwindigkeit. Das Aussehen verfällt, das Gesicht wird auffällig blaß und anämisch, mit einem Stich ins Gelbgraue. Der Puls ist immer stark beschleunigt (120—140 Schläge in der Minute), klein, fadenförmig, die Temperatur stets über 38—40°, — im Kollaps mit baldigem letalen Ausgange sind Temperaturen von 36,5° beobachtet —, jedoch darf nach ihrer Höhe nicht allein die Schwere der Infektion und die Ausdehnung der Gasgangrän gemessen werden. Die Zunge ist anfangs im Gegensatz zur Sepsis noch feucht, in fortgeschrittenen Fällen jedoch trocken und meistens stark belegt. Kurzatmigkeit, bronchitische Erscheinungen, profuse Durchfälle, toxisches Erbrechen und in ganz aussichtslosen Fällen Ikterus werden häufig im schwersten, ungünstigsten Stadium der Gasphlegmone beobachtet. Das Sensorium ist nur in besonders schweren Fällen getrübt, meistens ist sich der Kranke des Ernstes seines Zustandes nicht bewußt. Die Haut über dem befallenen Körperteil ist durch die rasch zunehmende Gasentwicklung und Oedembildung prall, oft wie zum Platzen gespannt und zeigt alle Farbennüancen: Anfangs ist sie blaß und anämisch und nimmt dann eine graue bis kupferrote Verfärbung an, die über die kalten Partien hinausreicht. Längs der Venen sieht man häufig eine mißfarbenrote, netzartig sich ausbreitende Zeichnung der Hautpartien, die sich weithin, von der Ausgangsstelle der Gasinfektion ausgehend, ausbreitet. Als ein äußerst bedenkliches und ungünstiges Zeichen ist nach Thies [123]) die dunkelblaurote Hautverfärbung, die meist nur bei rasch fortschreitender Gangrän besteht, anzusehen, im Gegensatz zu den gewöhnlichen Fällen mit gelbbräunlicher Verfärbung. In einzelnen Fällen hebt sich die Oberhaut bläschenförmig ab; diese Blasen zeigen dabei alle Formen bis zu Hühner-

eigröße, und aus der in ihnen enthaltenen sanguinolenten Flüssigkeit lassen sich die Gasbazillen in Reinkultur züchten.

Fast immer fühlt man beim Betasten das pergamentartige Knistern über den befallenen Stellen als Beweis für das Vorhandensein von Luft bezw. Gas, und nur in wenigen Fällen gelingt der Nachweis erst nach Spaltung der prallgespannten Haut. Ein klinisches wichtiges Merkmal gibt uns der sogenannte Schachtelton (das sog. Busch'sche Zeichen [17]), der beim Überstreichen der in Frage kommenden Partie mit dem Rasiermesser entsteht. Schabt man mit dem Messer über die erkrankten Stellen, so kann man deutlich die Grenze der erkrankten gegen die gesunde Haut wahrnehmen, wird der Ton ganz auffallend hohl, helltönend und schachtelartig, so ist das ein Zeichen für die Anwesenheit von Luft bezw. Gas in dem darunter liegenden Gewebe.

Jedoch muß man nach Bier [9]) bei der Bewertung vorsichtig sein, da oft Schienbein und Patella beim Beklopfen einen dem tympanitischen Ton ähnlichen geben, ferner aber auch Schußkanäle tympanitisch klingen, wenn Luft mitgerissen ist. Auch perkutorisch ist die Tympanie bei letzteren nachzuweisen.

Ein weiteres wichtiges Moment geben uns Klagen solcher Verwundeten, die in festen Verbänden liegen (Gips-, Stärke-, Schienenverband etc.), über plötzlich zunehmende Schmerzhaftigkeit ihrer Wunden, die sich durch die Wundverhältnisse nicht erklären lassen; auf Befragen geben sie dann an, daß ihr Verband zu fest angelegt ist und immer enger wird. Eine sofortige Wundrevision zeigt dann oft eine sich entwickelnde Gasphlegmone.

Die intensive Schmerzempfindung in dem distal von der Wunde gelegenen Teil des Gliedes ist nach Pfanner [91]) als Frühsymptom ein wertvolles diagnostisches Merkmal; während des Schmerzanfalles finden sich meist Parästhesien, die dann nach ca. 3 Stunden verschwinden; von diesem Augenblick an ist das Glied vollkommen gefühllos und neben

Blässe und Kälte der Haut tritt die Aufhebung der aktiven Beweglichkeit in den Vordergrund. Die ausgeprägte Schmerzempfindung als Diagnostikum empfehlen auch Duhamel und Hagemann.

Die subfasciale Form verläuft in der Muskulatur. Schneidet man die Haut ein, so findet man ein graugrünes, mit Gasblasen durchsetztes, sülziges Gewebe. Schwere Veränderungen zeigt die Muskulatur:

Die meist zerfetzten und zerquetschten Muskeln in der Umgebung des Schußkanales, verschmutzt durch Fremdkörper (Geschoß, Splitter, Tuchfetzen und Erde), sehen schokoladenbraun wie gekocht aus, sind zundrig, brüchig und mürbe, reichlich mit Gasblasen durchsetzt und schmierig belegt; sie zeigen eine mehr oder weniger ausgesprochene seröse, fibrinöse Exsudation im Zwischenmuskelgewebe (Fraenkel-Frankenthal-Königsfeld [44]).

Beim Durchschneiden der Muskulatur entleert sich sehr wenig Blut, in der nächsten Wundumgebung fühlt man das feine Knistern und bemerkt den spezifischen, faulen Geruch des entweichenden Gases. In den von dem Wundrande entfernten Partien nimmt der bisweilen noch Gasbläschen enthaltende Muskel allmählich eine mehr blaßbraune Farbe an, vermischt mit schon getrübten dunkelbraunen, durchfeuchteten — teilweise rein oedematösen — Muskelpartien, verliert dann seine matschige Beschaffenheit, bis er endlich — weit von dem Infektionsherd entfernt — wieder sein derbes, gesundes Aussehen erhält. Nach den Beobachtungen Aschoff's [5]) zieht sich „Oedem und Gas hauptsächlich an der Grenze des Fettgewebes gegen die Fascie oder im Gebiet der intermuskulären Bindegewebsscheiden entlang; in einzelnen Fällen beherrscht das Oedem das ganze Bild, in anderen drängt sich die Gasentwicklung überall in den Vordergrund, so daß sich eine genaue Grenze zwischen dem sog. malignen Oedem und der menschlichen Gasphlegmone nicht ziehen läßt".

Das Periost wird wohl nur bei Frakturen und Splitterungen angegriffen und läßt sich dann mit dem Finger leicht abheben und abschälen. Die Lymphdrüsen sind nur selten geschwollen außer in den Fällen, wo eine Mischinfektion vorliegt.

Bingold [11]) beschreibt einen Fall, in dem sich die Gasinfektion in den Lymphbahnen weiter ausbreitet. Sehr häufig findet sich z. B. am Oberschenkel bei der mit Gasbrand infizierten Wunde des Unterschenkels ein breiter, verwaschen erscheinender, blauer Streifen, der nach der Leistenbeuge zieht. Diese Beobachtung in dieser markanten Weise hat Sehrt nur bei der Gasphlegmone gemacht. Infolge der fortschreitenden Thrombosierung der Gefäße entwickelt sich meist rasch Gangrän, die durch die Gewebsschädigung und durch die Infektion selbst begünstigt wird. Nach der Ansicht von Franz kommt sie durch Stase und nicht durch Thrombose zustande, nach der von Wullstein durch die Spannung im Gewebe, die durch die Gasblasen bedingt ist. Bier endlich nimmt an, daß die Thrombose nicht die Ursache, sondern die Folge des Absterbens des Muskels ist. Einen interessanten Fall von Thrombose teilt Schmid (Seite 52) mit. Eine wichtige Rolle spielen auch die Gefäßverletzungen wie überhaupt Störungen der Zirkulation. Nach Heidler sind die Mehrzahl der Gasphlegmonen bei Extremitätenschüssen, die zur Gangrän führen, Gefäßschüsse. Die Gangrän ist dann das Primäre, und die anaërobe Wundinfektion kann sich erst später in dem schlecht ernährten und durchbluteten, d. h. sauerstoffarmen Gewebe ausbreiten. Marwedel erlebte in zwei Fällen von operiertem Aneurysma [Ligatur der A. u. V. axillaris und der A. poplitea] foudroyant verlaufende Gasphlegmonen; in beiden Fällen handelt es sich um eine Spätinfektion (Operation 1 Woche nach Verwundung bei reizloser bezw. verschorfter Schußverletzung), die erst durch den operativen Eingriff zum Ausbruch kam. Auch von anderen (v. Gaza u. s. w.) werden die Gefäß-

verletzungen für ein die Ausbreitung der Gasinfektion begünstigendes Moment gehalten; das Gewebe wird bei der mangelnden oder gar fehlenden Ernährung gangränös und dadurch für den saprophytischen Gasbranderreger ein geeignetes Tätigkeitsfeld.

Die Prognose der subfascialen Form ist äußerst ungünstig, und die Mortalität infolgedessen ziemlich hoch, auftretender Ikterus bei dieser tiefen Form ist ein Zeichen übelster Vorhersage und nach Payr wohl absolut infaust.

Entgegen dieser nach Payr aufgestellten Einteilung der Gasphlegmonen in eine epifasciale und subfasciale Form schließt sich Hagemann [58]) der Unterscheidung von Kausch, Pfanner und v. Tappeiner an und empfiehlt die Trennung ihrem klinischen Verlauf nach in:

1. eine leichte Form der Gasphlegmone: Erkrankung nur auf das Subkutangewebe und die angrenzende Muskulatur beschränkt; im Vordergrunde steht das Vorhandensein von Gas und reichlichem, dünnem, fleischwasserfarbenem Exsudat, ohne größere Verfärbung der Haut, bei gutem Allgemeinbefinden.
2. eine schwerere Form: plötzlich auftretende Schmerzen und oedematöse Schwellung in der Umgebung der Wunde bei mäßiger Sekretentleerung; zundrige, mißfarbene, graugrüne Muskulatur und schnell auftretende Gangrän, unangenehmer Wundgeruch, geringe Gasentwicklung, Zeichen schwerer Störung des Allgemeinbefindens,
3. eine foudroyante Form: deutliche Eiterbildung. Die Gasentwicklung spielt eine untergeordnete Rolle, unter schnellauftretendem Kollaps wohl immer letal endend.

Marwedel [82]) trennt die Gasinfektionen in eine örtlich begrenzte, gutartige Form (Gaswunde, Phlegmone mit Gas, Gasabsceß etc.) und eine bösartige, fortschreitende Form der Gasinfektion, Gasbrand, und nähert sich damit der Payr'schen

Ansicht. v. Gaza [54]) unterscheidet 1. das Stadium der lokalen Phlegmone, 2. das der fortschreitenden Phlegmone und 3. das der Gangrän. Finkh [35]) beobachtete eine maligne, progrediente Form der Gasphlegmone mit der Gefahr der Gangrän großer Gewebsabschnitte und eine mildere, unscheinbare Form, „d. h. Gasabsceß im Sinne einer Verhaltung von Sekret und Zersetzung desselben unter Gasbildung um einen Fremdkörper herum, zunächst nicht fortschreitend", häufig aber dann doch in das bösartige Stadium übergehend. Die anfänglich geringen klinischen Erscheinungen trüben und beeinträchtigen das Krankheitsbild, da die Kardinalsymptome der Gasphlegmone zurücktreten oder auch fehlen. Coenen [22]) unterscheidet 1. eine gasige Sepsis mit schwerstem Kollaps, 2. leichtere Gasphlegmonen mit oberflächlicher Gasansammlung, entsprechend der epifascialen Form von Payr, und 3. eine mittelschwere Form, die oft durch Entkräftung letal endet. Wieting gibt eine Einteilung nach dem klinischen Bilde:

I. das ausgesprochene maligne Emphysem — klinisch
II. das ausgesprochene maligne Oedem — klinisch
beide: a) vorwiegend toxämischen Charakters,
b) örtlich stärker ausgeprägten Charakters.
III. Zwischenformen zwischen der emphysematösen und der oedematösen Form:
a. meningeal-toxämisch,
b. örtlich stärker ausgeprägt:
1. die mehr oder weniger rasch progrediente Form (Gasphlegmone), mit oder ohne Ausgang in Gangrän (Gasbrand), mit oder ohne toxische Erscheinungen.
2. die mehr lokalisierte Form mit lokalisierter Nekrose des Gewebes, ohne ausgesprochene Allgemeinerscheinungen,
3. die harmlosere lokale Vergärung und Fäulnis toten Gewebes (mit Gasabsceß).

Bei der histologischen Untersuchung der Muskulatur zeigen die gaserkrankten Muskeln schwere Veränderungen. Die einzelnen Muskelbündel sind gelockert und in schollige Klumpen, teils in schmale Fibrillen, teils in zusammenhangslos aneinanderliegende bröckelige Scheibchen zerfallen, in einzelnen Bezirken findet sich eine seröse Durchtränkung, in anderen sind die bindegewebigen Septen angegriffen, sodaß dadurch benachbarte Bündel miteinander verschmelzen und die normale Muskelstruktur völlig verschwindet. Die Querstreifung der Muskeln ist vereinzelt noch angedeutet, Kerne fehlen dagegen stets. Für die Ansiedlung von Gasbazillen und ihre Ausbreitung ist der Muskel ganz besonders disponiert (Bier, Franz, Fruend, Payr, Ritter, Rumpel etc.). Bazillen halten sich massenhaft in den zundrig zerfallenen Muskeln und in dem mehr oder weniger ausgesprochenen serös-fibrinösen Exsudat des Zwischenmuskelgewebes auf, werden dann aber in den vom Infektionsherd weiter entfernteren Partien immer seltener. In dem Gefäßlumen — wie auch Fraenkel schon vor 17 Jahren hervorhebt — werden äußerst selten Bazillen festgestellt, die Gefäßwand dagegen wird öfters angegriffen. Der bei den schweren Formen häufig auftretende Ikterus erklärt sich ebenso wie die citronengelbe bis kupferfarbene Hautverfärbung und die bräunliche Venenzeichnung durch Hämolyse. Die Nebennieren zeigen nach den Untersuchungen von Geringer[55]) bei ausgebrochener Gasphlegmone eine deutliche Farbenveränderung der Rinde, die stets grau bis grauweiß verfärbt ist, und der Reticularis, die eine braune Färbung aufweist. Der Lipoidgehalt ist mehr oder weniger stark herabgesetzt. Die Milz hat, wenn es sich um eine reine Gas-Infektion handelt, ihr normales Aussehen und zeigt außer zahlreichen zerfallenen Kernen meist nichts Besonderes, oder sie wird zur Schaummilz, wie auch die anderen paremchymatösen Organe Schaumbildung aufweisen können; im Schaume der Organe finden sich die Erreger. Bei einer reinen Gas-

infektion fehlt jede Spur von Eiterung. Im Blut werden intra vitam nur selten Bazillen festgestellt, da sie mit großer Wahrscheinlichkeit sehr schnell zu Grunde gehen, wie Untersuchungen Aschoff's bestätigen. Daß sich aber Bazillen im Blut aufhalten, zeigen die Metastasenbildungen und die eingehenden Untersuchungen Klose's. Nach den Angaben von Pribram [93]) soll im Beginn der Dyspnoë und bei plötzlicher Verschlechterung des Allgemeinzustandes immer der Nachweis von Gasbazillen im Blute gelingen. Der Tod wird durch Lähmung bezw. Vergiftung des Herzmuskels herbeigeführt (Hopkes [67]), wie auch Klose nachgewiesen hat, daß der Tod die Folge einer Intoxikation der Medulla oblongata ist. Im Tierexperiment hat er festgestellt, daß das in den zerfetzten Muskeln bereitete Gift in der Hauptsache die vegetativen Centren des Kopfmarkes angreift: Die Centren der Herznerven, das medullare Gefäßzentrum und das Wärmeregulationszentrum werden primär gelähmt, während das Atem- und Brechzentrum zunächst erregt und erst sekundär gelähmt werden. Auf den Menschen übertragen, lassen sich die Allgemeinerscheinungen durch die Giftwirkung auf die medulla oblongata völlig erklären (Kühle und Blässe der Haut, Cyanose der Lippen, niedrige Temperatur, Erbrechen usw.); die motorischen und sensorischen Zentren des Gehirns und Rückenmarks zeigen keine erkennbaren Schädigungen (Muskelunruhe, fehlende Delirien).

Die Zusammensetzung des Gases wurde von Hitschmann und Lindenthal im Wiener chemisch-pathologischen Institut untersucht. Nach ihren Angaben besteht es aus 67,55% Wasserstoff, 30,62% Kohlensäureanhydrid und geringen Mengen Ammoniak und Stickstoff, wobei auf dem Nährboden auch Buttersäure und Milchsäure gebildet wurde.

Mannigfache Unterschiede treten uns in der Literatur bei der Krankheitsbezeichnung: Gasphlegmone, Gasbrand und Gasoedem entgegen; alle diese Benennungen entsprechen

keineswegs, wie allgemein festgestellt ist, den sich abspielenden eigenartigen Prozeßen.

Aschoff bezeichnet die Fälle, die klinisch mehr unter dem Bilde des malignen Oedems verlaufen als Gasoedem. Fraenkel verlangt eine strenge Unterscheidung „zwischen Gasbildung in bereits abgestorbenen Gliedmaßen, und Gasbildung als dem Absterben der Weichteile koordiniertes, das Absterben begleitendes Symptom. Nur auf diese letzteren Prozeße darf die Bezeichnung Gasbrand angewandt werden". Er schlägt nun vor, „kurzweg von Gasbrand zu sprechen, unter der Voraussetzung, daß man sich dabei bewußt ist, daß es sich um eine ganz eigenartige Form des Absterbens handelt", rechnet selbst aber nur solche Fälle als Gasbrand, in denen sein Bazillus nachgewiesen ist und beim Tier Gasbranderscheinungen hervorgerufen hat.

Ritter und Derganz [29]) entschieden sich gleichfalls für den Namen Gasbrand, Sackur erkennt aber diese Bezeichnung nur an, wenn der Zelleib im Innern durch Gas zerstört ist, und schlägt daher vor, die alte Bezeichnung Gasphlegmone beizubehalten. Dieser Benennung für die maligne Form schließt sich auch Bier an: unter Phlegmone versteht man eine akut fortschreitende, zur Eiterung führende Infektion; das Hauptgewicht legt er dabei auf den Gewebszerfall (Virchow) und das Progrediente, wie es die Gasphlegmone auch aufweist; als Gasinfektion bezeichnet er nur die gutartig verlaufende Form der Erkrankung. Pfanner geht weiter und fordert, einen Unterschied zu machen zwischen echten Gasphlegmonen und Phlegmonen mit Gas; zu den letzteren rechnet er die Mischinfektion mit Eitererregern. Marwedel will ganz allgemein von einer Gasinfektion sprechen und in diesem Namen die ganze Gruppe zusammenfassen, ähnlich wie es die Franzosen unter der Bezeichnung „infektions gazeuses" tun. Ebenso erklärt sich Wieting für die Bezeichnung „Gasbazilleninfektion", während Franz den

Ausdruck „Gasentzündung“ für diese charakteristische Infektion wählt.

Diese Unklarheit einer exakten Definition spiegelt sich dann auch in der Berechnung der Mortalität der Gasphlegmone wieder. Nach Kümmel [15]) schätzte man im Frieden die Mortalität auf 80—85 %, nach Seefisch [110]) auf 75 %, und nach Rothfuchs (Münch. med. Woch. 1906 Nr. 42) bei radikalem Vorgehen 1906 auf ca. 35 %, im Kriege jedoch seien die Heilungserfolge bedeutend günstiger geworden. Franz[15]) berechnet die Zahl der Gasbranderkrankungen (auf 2000 Verwundete bezogen) auf 2 % und hatte in seinen Fällen eine Mortalität von 53,4 %, Marwedel ca. 28 % Erkrankungen, andere dagegen geben noch wesentlich günstigere Zahlen bekannt. Duhamel 58 %, doch gingen die Todesfälle später auf 40 % zurück, Hanken 49 %, Ritter 42,9 %, Gaza 18 %, Fruend 14 %. Nach Rumpel ist die Mortalität bei Gasphlegmonen der Extremitäten bei gleichzeitig bestehender Knochenverletzung eine erhöhte; die Todesursache ist aber häufig die spätere Knocheneiterung und eintretende Sepsis. also nicht allein die Gasphlegmone. In einer allgemeinen Zusammenfassung berichtet Payr. daß die Mortalität, die Anfangs des Krieges mit 50 %, dann mit 30 % beziffert wurde, bis auf 15 %, ja auf 10 % gesunken ist. In der Hauptsache haben die günstig verlaufenen epifascialen Gasphlegmonen dieses gute Resultat zustande gebracht und dadurch das wesentlich schlechtere Friedensergebnis verändert. Legt man aber die strenge Forderung Fraenkels der Statistik zu Grunde und rechnet nur die unter den allerschwersten Krankheitserscheinungen (hohe Temperatur, Lufthunger, schlechter Allgemeinzustand, Ikterus etc.) verlaufenden Fälle, so verschiebt sich das günstige Bild sofort, und wir haben die gleiche ungünstige Prognose wie im Frieden.

Diagnostisch bemerkenswert ist die Tatsache, daß man Fälle beobachtet, bei denen nach Abnahme des Wundverbandes sich aus der Wunde neben einem schmierigen,

dünnflüssigen Sekret Luftblasen entleeren, besonders wenn auf die nächste Umgebung der Wunde nach dem Ein- bezw. Ausschuß hin ein Druck ausgeübt wird. Wohl in den seltensten Fällen handelt es sich hier glücklicher Weise um eine Gasinfektion, vielmehr wird diese Gasentwicklung ihre Ursache in Zersetzungsprozeßen haben, die sich, ohne Neigung zum Fortschreiten, in der Wunde abspielen. Wir bezeichnen solche Bilder als gashaltige Abscesse, charakterisiert durch den Mangel jeder Tendenz zum Weiterschreiten; oft handelt es sich auch um Luft, die durch die Gliedbewegungen oder vom Geschoß in das Gewebe mitgerissen ist. Jedoch ist auch hier Vorsicht am Platze. Ein gleichfalls falsches Bild kann durch reichliche Ansammlung von Blutgerinnseln unter der Haut in der Wundumgebung entstehen, die das Gefühl des Schneeballknisterns geben und von Unerfahrenen als Gasblasen gedeutet werden können. Endlich muß man sich bei Wunden, die mit den Atmungsorganen kommunizieren, durch das auftretende Emphysem nicht zu der irrigen Annahme einer Gasphlegmone verführen lassen. (Coenen [23], drei Fälle von scheinbarer Gasphlegmone).

Zur Unterstützung einer Diagnose müssen möglichst bald Probeinzisionen vorgenommen werden.

Für die frühzeitige Differenzialdiagnose ist ein von Zacherl [134]) angegebener Nährboden von Bedeutung, auf dem der Fraenkel'sche Gasbazillus und das maligne Oedem wachsen und der den Unterschied zwischen beiden Bakterienarten augenfällig in kurzer Zeit zeigt. Einer Traubenzuckerbouillon setzt er einige Tropfen einer Pyronin-Methylgrünlösung zu; nach der Sterilisation verschwindet die lichtblaue Farbe der Bouillon völlig; sofort wird sie dann mit Paraffinöl überschichtet. Beim Einimpfen von Gasbazillen wird der Nährboden nun folgendermaßen verändert: Der Fraenkel-Bazillus macht ihn smaragdgrün, der des malignen Oedems hellchrysarobinrot. Die Grünfärbung tritt schon nach

3 Stunden auf, verschwindet aber bald wieder, während sich die Rotfärbung des Nährbodens bedeutend länger hält.

Zeissler [136]) verwandte jahrelang und regelmäßig Menschenblut-Traubenzucker-Agar-Platten und beobachtete auf ihnen eigenartige Kolonien, die für den Fraenkel'schen Gasbazillus spezifisch sind und ein vortreffliches diagnostisches Hilfsmittel zur Erkennung des bac.emphysematosae und seiner Unterscheidung von anderen Keimen bieten: die erdbeerfarbigen Kolonien haben einen braunen, undurchsichtigen Hof und gehen mit eklatantem Farbumschlag bei weiterer Bebrütung zwischen 24 und 48 Stunden in stumpfes Grün über.

Nach Bethe [7]) läßt sich auch die Veränderung des spezifischen Gewichtes des gaserkrankten bezw. gasverdächtigen Muskels diagnostisch verwerten.

Behandlung.

Der Verlauf der Gasphlegmone ist also — wie aus dem Vorhergesagten hervorgeht — sehr verschieden, und dementsprechend muß sich auch die Behandlung ganz nach dem einzelnen Falle richten. Immer müssen wir uns von dem von Payr wiederholten Grundsatz leiten lassen, daß bei Gasphlegmonen sobald als möglich operativ eingegriffen werden und die Eingangspforte der Infektion, die Schußwunde, eingehend nachgesehen werden soll.

Am günstigsten ist die nur in dem Unterhautzellgewebe, also mehr oberflächlich verlaufende, epifasciale Form, wenn sie rechtzeitig bemerkt wird. Zahlreiche ausgedehnte Incisionen, zwei bis drei Querfinger von einander entfernt, bis auf die Fascie und in das Gesunde hineinreichend, werden angelegt: es wird damit nicht nur eine Entspannung der Haut bezweckt, sondern das Hauptziel ist eine möglichst ausgedehnte Sauerstoffzufuhr zu dem erkrankten Subkutangewebe. Von einzelnen Chirurgen werden besonders lange Schnitte angelegt, die sich über das ganze Glied oder den

ganzen Rumpf oder sogar über Glied und Rumpf entlang ziehen. Erfolge sind sowohl durch die zahlreichen, verhältnismäßig kleinen, als auch durch die Längsincisionen erzielt worden. Letztere Methode scheint aber seltener angewandt zu werden. Bockenheimer führt im Gegensatz zu anderen spiralige oder auch circuläre Incisionen aus. Wenn keine Komplikationen hinzutreten, verschwindet das Gas in kurzer Zeit (2—4 Tagen), die Haut erhält wieder ihr gesundes Aussehen und die anfangs breit klaffenden Wunden zeigen bald kräftige Granulationen.

Bei der Inzision der in der Umgebung der Schußwunde auftretenden gelben bis kupferroten Flecken entleert sich ein blutig seröses Exsudat; Ritter warnt in diesen Fällen die Fascien zu spalten. Die Anwesenheit von Gas in diesen Flecken läßt sich äußerst selten nachweisen, deshalb fehlt häufig in den rein subkutanen Fällen das Emphysem (Ritter). Eine konservative Behandlung dieser Flecken bringt in kürzester Zeit eine unheimlich sich ausbreitende Vergrößerung und schließlich ein Gangränöswerden der Haut hervor. Handelt es sich um große, stark verschmutzte Hautmuskelwunden mit schmierigen Belägen und stinkendem Geruch, so wird durch Excision der Wunde und Entfernung der Fremdkörper — Wundfrisur — einer möglichen Gasinfektion wirksam vorgebeugt. Die etwa auftretenden Bedenken, daß durch das Setzen so zahlreicher frischer Wundflächen den Mikroorganismen neue Eingangspforten geschaffen werden, sind nach Payr hinfällig, „da bekanntlich ganz breite offene Wunden wegen des Fehlens der Gefahr drohenden Druckes der sich bildenden entzündlichen Produkte so gut wie nie progrediente Infekte zeigen."

Natürlich wird nicht immer nur das Subkutangewebe allein bis zur Fascie ergriffen, — zeigt diese ihr gesundes, frisches Aussehen, so wird man sie völlig intakt lassen, — sondern diese selbst und die angrenzenden Muskelpartien können schon äußerlich krankhafte Veränderungen zeigen.

Je nach der Art der Schußverletzung wechselt das Bild, doch ist es nicht notwendig, daß bei einer tiefgehenden Weichteilwunde oder Schußfraktur und Splitterung unbedingt auch die tiefer gelegenen Muskelgruppen von der Gasphlegmone befallen werden müssen. Zwischen der epifascialen und subfascialen Form kommen eben alle möglichen Uebergangsformen vor, doch wird der eine oder andere Typus vorherrschen.

Die subfasciale Form — ich folge also weiter der von Payr angegebenen Richtung — hat einen viel ernsteren und ungünstigeren Verlauf und bedingt dadurch viel einschneidendere Eingriffe als die vorher beschriebene. Die Art der Verletzung kann sehr verschieden sein; bisweilen hat man äußerlich nur eine kleine Einschußöffnung — evtl. bei fehlendem Ausschuß — meistens jedoch große Wunddefekte mit großer Muskelschädigung und Knochenverletzung. Im ersten Falle bildet das Geschoß in der Muskel- und evtl. auch Knochensubstanz eine große Wundhöhle, die bald mit Muskelbrei sowie Blutgerinnseln ausgefüllt wird und so den mit den mitgerissenen, verschmutzten Tuchfetzen eingeschleppten Gasbazillen einen äußerst günstigen Nährboden darbietet; durch die geringe Sauerstoffeinwirkung von außenher — infolge des kleinen Einschusses usw. — wird das Wachstum und die Gasbildung noch verstärkt. Bei den breitklaffenden Wunden ist die Muskulatur durch die Geschoßwirkung schwer geschädigt und die Gefahr einer weiteren Ausbreitung der Gasphlegmone, wie oben beschrieben, erheblich größer. Besteht der Verdacht einer Gasphlegmone oder ist sie sicher diagnostiziert, so werden ausgedehnte Spaltungen angelegt, die Haut, Fascie und die geschädigten Muskeln durchtrennen; nekrotisches Gewebe wird excidiert und bei weitgehenden Zerstörungen des Muskels unter Umständen das ganze erkrankte Muskelgebiet „wie ein anatomisches Präparat herausgenommen“ (Garré, Rumpel). Knochensplitter und das abgerissene Periost werden

entfernt und die Wunde sorgfältig von allen Fremdkörpern und Schmutz befreit. Ganz besondere Beachtung verdienen die unterminierten Hauträuder, die Buchten und Taschen des Unterhautzellgewebes sowie die angeschnittenen bezw. durchschossenen Muskelsepten- und Interstitien, die völlig frei zu Tage liegen müssen, um rechtzeitig einem Fortschleichen der Infektion vorzubeugen. Bei äußerst tief gehenden, infiltrierenden Prozeßen empfiehlt Feßler[33]) ganz radikal mehrere Muskelgruppen samt der Haut quer zu durchschneiden und die so gebildeten großen Lappen zurückzuklappen, um den in der Tiefe liegenden Infektionsherd der Behandlung gut zugänglich zu machen. Nach seinen Beobachtungen war fast stets innerhalb von 8 Tagen die Infektion erloschen, so daß die frisch granulierenden Fleischlappen wieder eingepaßt werden konnten und glatt einheilten. Jedoch ist nach Rumpel nur im frühen Anfangsstadium bei örtlicher Begrenzung auf einzelne, von gesunder Muskulatur umgebenen Teile von einer Ausschneidung des Erkrankten noch Heilung zu erwarten, wenn es sich um große Muskelmassen (Oberschenkel) handelt.

Bei allen operativen Eingriffen sind aus leicht erklärlichen Gründen Gefäße und Nerven nach Möglichkeit zu schonen und zu erhalten.

Sobald sich nun durch die fortschreitende Gefäßthrombose, Gewebeschädigung oder durch die Infektion selbst an den verletzten Gliedmaßen eine Gangrän entwickelt, muß so schnell als möglich zur Amputation geschritten werden. Zu Beginn des Krieges war die Behandlung äußerst schwankend und bewegte sich meist in den Extremen: Einerseits wurde äußerst radikal vorgegangen, und manches Glied hätte vielleicht erhalten werden können oder hätte doch wenigstens durch eine weniger hohe Absetzung einen besseren Stumpf gegeben, andererseits war die Behandlung viel zu konservativ, so daß vielleicht manches Leben durch eine rechtzeitige Amputation zu retten gewesen

wäre. Vereinzelt wurde durch zu kleine Incisionen die Infektion nicht zum Stehen gebracht und dadurch ein äußerst betrübendes Resultat erzielt. An welcher Stelle soll nun die Amputation vorgenommen werden?

Auf Grund der jetzt reichlich gesammelten Erfahrungen und Untersuchungen ist man übereingekommen, zumal der Verlauf der einzelnen Gasgangränen der Behandlung recht gab, möglichst konservativ vorzugehen, d. h. nicht mehr zu opfern, als unbedingt unerläßlich ist. Maßgebend für die Indikation zur Amputation ist natürlich in erster Linie der Allgemeinzustand des Kranken. Ferner muß nach Payr unterschieden werden, „ob es sich um eine gewaltige Weichteilwunde oder eine durch einen in die Tiefe gefahrenen Granatsplitter bedingte Verletzung handelt". In letzterem Falle schaffen breite ausgedehnte Incisionen dem unter hohen Druck stehenden Gasabceß Luft, der sich innerhalb weniger Tage in den Gewebstrümmern und in dem faulig zersetzten Blut entwickelt hat, und bringt in kürzester Zeit den Fall zur Ausheilung. Dies sind Fälle, die auf der Grenze zwischen gashaltigem Abceß und fortschreitender Phlegmone stehen. Vereinzelt werden auch Fälle beobachtet, in denen die Gasbildung vollkommen in den Hintergrund tritt und der Krankheitsprozeß ein dem Krankheitsbilde des malignen Oedems ähnlichen Verlauf hat. (Marwedel beschreibt einen derartigen Fall, in dem der Conradi-Bielingsche Erreger gefunden wurde).

Die Absetzung des Gliedes kann ohne schädlichen Einfluß auf den Ausgang der Gasphlegmone noch im Bereich des Oedems, aber oberhalb der Grenze der Gangrän, vorgenommen werden (Franz, Kümmel, Seefisch, Wullstein), besonders wenn man sich an die von Aschoff gemachte Mitteilung hält, „daß oft in den oedematösen Reaktionszonen in der Nähe des Primärinfektes schon keine Bazillen zu finden sind". Die Schnittführung hat also hart an der Grenze der Gangrän zu erfolgen, um einerseits nicht ge-

sunde Lymphwege zu eröffnen (Kausch), andrerseits möglichst wenig Gewebe zu opfern. Im Gegensatz dazu stehen Duhamel und andere, die soweit wie möglich im Gesunden operiert wissen wollen. Durch die nach Esmarch erreichte Blutleere hebt sich die Demarkation rein makroskopisch ab. (Farbendifferenz). (Rumpel empfiehlt die von Sehrt eingeführten Metallklammern). Gleichzeitig müssen in dem ganzen erkrankten Gebiete zahlreiche ausgedehnte Incisionen angelegt werden. Wenn es das Befinden der Kranken nur irgendwie erlaubt und der Zustand des Gliedes es zuläßt, soll und muß auf den späteren Heilungsverlauf größtmöglichste Rücksicht genommen werden. Bei einem glatten Zirkelschnitt schnellen die einzelnen Muskeln in kurzer Zeit zurück, und der Knochenstumpf ragt weit aus der Wunde heraus; nach Ablauf der Infektion muß dann dem Kranken unter Umständen eine neue Operation zur Herstellung eines brauchbaren Amputationsstumpfes zugemutet werden, wobei ein bis mehrere Zentimeter für die später anzulegende Prothese wertvoller Knochensubstanz verloren gehen können. Einzelne (Matti [83]), Seefisch etc.) fordern daher die Bildung regelrechter Haut-Muskel-Manschetten (zweizeitig); ich selbst sah im Feldlazarett verschiedene Fälle unter Erhaltung der Lappen zur Heilung kommen. Bei wirklich schweren Gasphlegmonen können die Bedenken gegen den einzeitigen Zirkelschnitt keine Rolle spielen, um so mehr, als es durch rechtzeitige Trikotschlauch-Mastix-Extension häufig gelingen wird, den Stumpf zu decken und die modernen Prothesen in den seltensten Fällen eine unmittelbare Stumpfbelastung erfordern. Am günstigsten für die spätere Nachbehandlung sind natürlich Fälle, bei denen man die vollständige Demarkation abwarten kann (Kausch), da man dann soweit im Gesunden zu amputieren in der Lage ist, daß man auf eine sekundäre gute Stumpfbildung Rücksicht nehmen kann.

Die Gelenke, insbesondere das Knie- und Ellenbogengelenk, werden verhältnismäßig selten von der Gasphlegmone

befallen. Nach der Ansicht von Bier[8]), der sich eine ganze Reihe von Autoren anschließt, ist die Gasphlegmone im wesentlichen nur eine Muskelerkrankung, und zwar eine faulige Gärung des Muskels, aus der das Gas stammt. Auf mechanischem Wege breitet das Gas sich dann in den Bindegewebsräumen aus, wodurch die Gasbazillen auch in das Unterhautzellgewebe und in die Muskelinterstitien auswandern, sich dort weiter entwickeln und Gas bilden können; der eigentliche Herd der Infektion und Gasbildung aber bleibt der Muskel, der ja auch die schwersten pathologischen Veränderungen aufweist. Gegen diese Ansicht wendet sich jedoch Payr[90]): Abgesehen von den Fällen, in denen eine Muskelerkrankung überhaupt nicht nachgewiesen werden konnte (rein epifasciale Form, Gasphlegmone des Gehirns, Röntgenbild etc.) gibt es zweifellos eine Gasinfektion der großen Gelenke, ohne Mitbeteiligung von Muskeln, was von anderen bestätigt wird. (Marwedel 4 reine Kniegelenkschüsse, Bier, Fall 24). Ganz sicherlich sind die Fälle, in denen große Muskelmassen von Gasphlegmonen befallen werden, in der Prognose und im Verlauf am ungünstigsten, während die oberflächlichen Gasphlegmonen, wo also die Muskulatur überhaupt nicht oder doch nur in geringem Maße beteiligt ist, selten Neigung zur Progredienz und Bösartigkeit zeigen. Eine lehrreiche Zusammenstellung hat Marwedel gegeben, die uns beweist, daß die Massigkeit des Muskels eine große Rolle spielt. Die Mortalitätszahlen seiner Gasinfektionen (auf 120 Fälle berechnet) betragen (In Klammern sind die von Rumpel angegebenen Zahlen beigefügt):

Gesäßbecken	= 62,5 %	Todesfälle	(64 %)
Oberschenkel	= 50 %	„	(50 %)
Unterschenkel	= 28 %	„	(44 %)
Oberarm . . .	= 21 %	„	(38 %)
Unterarm . .	= 15,4 %	„	(12 %)

Unter seinen vielen Handschüssen ist niemals eine Gas-

phlegmone aufgetreten, bei Fußschüssen nur dreimal, insofern bemerkenswert, als gerade Hände und Füße besonders der Verschmutzung und Berührung mit der Erde ausgesetzt sind. Diese Beobachtung wird von anderen bestätigt (Rumpel). Am schwierigsten ist die Behandlung der Gasphlegmonen, die sich am Rumpf ausbreiten. Die epifasciale Form kommt sowohl an den Bauchdecken als auch auf der selten befallenen Rückenmuskulatur glatt nach breiten Incisionen zur Ausheilung; ungünstig und meist hoffnungslos verlaufen die subfascialen Gasphlegmonen, besonders in der Gesäß- und Nacken-Schulter-Gegend. Außer den ausgedehnten Spaltungen und der daran anschließenden Sauerstoff- oder Wasserstoffbehandlung, die später noch beschrieben wird, stehen Hilfsmittel nicht mehr zur Verfügung.

Völlig verborgen kann die Gasphlegmone in den großen Körperhöhlen verlaufen, ohne daß die äußeren Bedeckungen, Haut-, Brust- oder Bauchmuskeln mitergriffen sind. Die von Kolaczek [76]) beschriebenen Fälle zeigten bei der Sektion in erster Linie Beckenphlegmonen nach Schußverletzung, die von der Beckenmuskulatur bezw. dem retroperitonealen Bindegewebe ausgehend, latent verliefen oder nur ganz geringe klinische Erscheinungen (Herausquellen von Gasblasen aus der Wunde) nach außen hin verursachten. Außerdem bringt er einen Fall, in dem nach Granatsplitterschuß und Tuchfetzen eine faulige Gangrän der Leber (Schaumleber) bei der Sektion gefunden wurde. Die Behandlung solcher sich verborgen abspielenden Gasphlegmonen ist, wenn sie überhaupt erkannt werden, natürlich äußerst schwierig, weil man wegen ihres ungünstigen Sitzes schwer an den Infektionsherd herankommen kann.

Nicht immer bedingt das Vorhandensein von Gasbranderregern in einer Wunde auch den Ausbruch einer Infektion. Die systematischen bakteriologischen Untersuchungen einer Reihe von Schußverletzungen jeglicher Art von Marwedel und Wehrsig ergaben unter 53 Schußwunden,

die ohne klinische Zeichen einer Gasinfektion verliefen, in 39 Fällen im Sekret anaërobe Gasbazillen nach Fraenkel oder Conradi-Bieling (= 73,6 % positiver Gasbazillenbefunde ohne klinische Gasinfektion). Solange die Muskulatur gut durchblutet und ernährt wird, finden die Gasbazillen keinen Nährboden und können nicht weiter im Gewebe vordringen; erst Störungen des Gefäßsystems und die faulige Zersetzung des durch das Trauma geschädigten oder abgestorbenen Gewebes schaffen günstige Existenzbedingungen für das Zustandekommen der Infektion.

Das Vorhandensein der Gasbazillen in Wunden ohne klinische Merkmale erklärt nun auch die Spätinfektionen bezw. Recidive. Marwedel gibt als erster eine Erklärung hierfür ab: Zweifellos halten sich die Gasbazillen „sehr lange Zeit als nicht seltene harmlose Schmarotzer in der Wunde, ohne den Heilungsverlauf zu beeinträchtigen. Sie können in der Narbe einheilen, bleiben aber wochenlang und selbst monatelang lebensfähig als klassisches Beispiel eines sogenannten ruhenden Keimes, den irgend ein Anlaß plötzlich wieder zu neuer, gefährlicher Äußerung aufzuwecken vermag". Gleichzeitig findet die verschieden lange Inkubationszeit damit ihre Erklärung. Beispiele für eine derartige „latente Infektion" geben Simon, Marwedel und andere. Simon-Ludwigshafen erwähnt einen Fall von ruhender Infektion der Gasbranderreger: erst 5 Monate nach einer schweren Fraktur trat nach gänzlicher vorhergegangener Ausheilung bei einer Nachoperation zur Richtigstellung der Knochen Gasbrand auf, der sich nur durch ein Wiederaufflackern der ruhenden Erreger bei der Operation erklären läßt. Marwedel erlebte nach einer plastischen Knochenoperation am Femur (das Knochenstück wurde einer frischen Leiche — Todesursache Herzembolie, 5 Monate vor dem Tode Unterschenkelzerschmetterung durch Granate — entnommen), die 6 Monate nach der Verwundung vorgenommen wurde, eine äußerst bösartige, letal endende Gas-

phlegmone. In beiden Fällen wurden die ruhenden Erreger durch die Nachoperation aufgeweckt, und die Kranken gingen an Gasphlegmone zu Grunde. Erwähnenswert wäre an dieser Stelle der von Hodesmann [66]) veröffentlichte Fall. Zwei Tage nach einer Infanteriegewehrschußverletzung am linken Oberschenkel tritt handbreit darunter schmutzig-grüne Hautverfärbung, Knistern und Druckschmerzhaftigkeit und perkutorisch deutlicher Schachtelton auf. An dieser Stelle steckte noch ein fingernagelgroßer Granatsplitter von einer Verwundung, die etwa $1^3/_4$ Jahr zurücklag. Nach breiter Incision kommt der Fall zur Ausheilung. Gasherd und neue Verletzung kommunizierten nicht miteinander. Wahrscheinlich hat es sich hier um eine Mobilisierung des ruhenden Erregers infolge des Traumas gehandelt; eine Metastasenbildung halte ich in diesem Falle für ausgeschlossen. Einen Fall von Spätinfektion (Recidiv) nach 4 Wochen gibt Thies an, einen Fall von Gasabsceß 13 Monate nach der Verletzung Küttner, (Bruns Beitr. z. klin. Chir. Bd. 103 Hft. 2) und Melchior (Berliner klin. Woch. 1915 Nr. 5) einen Fall drei Monate nach der Verwundung; Duhamel stellte in Fällen, in denen eine Amputation mit Lappenschnitten vorgenommen wurde, mehrmals Recidive fest, die erst nach radikalerem Vorgehen vermieden wurden.

Eine weitere große Rolle spielt der Fraenkel'sche Gasbazillus bei der puerperalen Wundinfektion, die von Schottmüller-Bingold und Fraenkel eingehend beschrieben und als Physometra bekannt geworden ist. Sonst sind in der Literatur nur noch Fälle von Gasinfektion der Brusthöhle und des Gehirns bekannt, die aber verhältnismäßig selten sind. Rychlik-Prag [100]) beschreibt z. B. zwei Krankheitsbilder, Gasabsceß des Gehirns, die beide zur Heilung kamen und in denen der Fraenkel'sche Gasbazillus einwandfrei nachgewiesen wurde,

Bier, Marwedel (Fraenkel-Bacillus), Payr und Ritter erwähnen gleichfalls Fälle von Gasinfektionen von Gehirn-

wunden (gashaltige Hirnabscesse). Der von Tietze und Korbsch [124]) aufgezeichnete Fall von Gasphlegmone der pia mater und der von Ritter als Lungengasbrand festgestellte Fall werden von Fraenkel [39]) als in das Gebiet der Gasphlegmonen gehörig abgelehnt. Marwedel dagegen findet die Angaben Ritters bestätigt, er empfiehlt, statt von Lungengasbrand von einer Gasinfektion der Pleura zu sprechen — und ergänzt sie an Hand eines Falles von schwerer Gasinfektion der Pleurahöhle nach Brust- und Leberschuß: Durch mehrmalige Punktion wurden große Mengen einer schokoladefarbenen Flüssigkeit entleert, die ganz unsagbar nach Schwefelwasserstoff stank. Mikroskopisch-bakteriologisch und im Tierversuch wurden in der gashaltigen Hämothoraxflüssigkeit bewegliche Gasbrandbazillen nach Conradi-Bieling in Reinkultur gefunden.

An die chirurgische wird meist eine medikamentöse Behandlung angeschlossen: Ausspülung der Wunde mit Wasserstoffsuperoxyd, Jodtinktur, Perubalsam, Ichthyolglycerin (Armknecht [3]), 10 % Jodoformglycerin oder Ausbrennen des erkrankten Gewebes mit Thermokauter. Das Auftreten von Pyoceaneus im Wundsekret wirkt nach Beobachtungen von Deuk und Walzel [26]) günstig auf die Gasphlegmone ein, da alsbald Temperaturabfall und Stillstand der Infektion eintritt. Rübsamen [97]) appliziert nach der Cirkumzision sowohl auf die frische Stumpfwunde als auch auf die Incisionen pulverisiertes übermangansaures Kali. Coenen [22]) erhielt zwei aussichtslose Fälle durch vitale Bluttransfusion am Leben. (Fall 37 u. 38).

Ein gleichzeitiges Auftreten von Wundstarrkrampf und Gasphlegmone beschreiben Bier (vier Fälle), Lieblein [77]) (drei Fälle) und Kutschera (Gesellschaft der Ärzte, Wien, 8. 1. 1915 Berl. klin. Woch, 1915 Nr. 9 (Referat) (ein Fall). Auf Grund der Nebennierenbefunde empfiehlt Albrecht [2]) Gaben von Adrenalin, Denk [27]) zur Hebung des Allgemeinzustandes die Darreichung von Alkali in reichlicher Menge. Pribram [94]) ver-

meidet grundsätzlich wegen der Gewebsschädigung und Anämisierung subkutane Kochsalzinfusionen, wendet aber mit gutem Erfolge zur Milderung der toxischen Erscheinungen intravenöse Sodainfusionen an (wie bei einer Säurevergiftung). Am günstigsten ist für die intravenöse Infusion nach Denk eine 4 % Sodalösung in einem Ausmaß bis zu $1^1/_2$ l; der klinische Effekt ist ein regelmäßiges Sinken der Temperatur bis zur Norm, kräftigere Herztätigkeit, sinkende Pulsfrequenz, ruhigere Atmung und Schwinden der quälenden Dyspnoe. Erfahrungen über Vouzin (Klapp) liegen zur Zeit noch nicht vor.

Während der Behandlung verdient die Möglichkeit einer Metastasenbildung Beachtung; schon Fränkel machte früher darauf aufmerksam: Da der Gasbazillus wenigstens zeitweise sich im Blute aufhalten kann, so ist es immerhin möglich, daß er unter geeigneten Bedingungen „sich an einer, von dem Orte der ersten Infektion entfernten Stelle des Rumpfes oder der Extremitäten ansiedelt und hier zur Entstehung eines dann als metastatisch aufzufassenden Gasgangränherdes Anlaß gibt". Hierfür sind natürlich Hautabschürfungen, weitere Wunden, Blutergüße, Druckstellen, Einstichpunkte von subkutanen Kochsalzinfusionen etc. besonders empfänglich. Während des Krieges sind mehrere Fälle veröffentlicht worden, wo es sich um eine reine Metastasenbildung handelt. Rupp[95]) beschreibt eine foudroyant verlaufende Gasgangrän, die, unter fürchterlichem Gestank von dem linken Sprunggelenk ausgehend, zur sofortigen Amputation des Unterschenkels dicht oberhalb der Kniescheibe führte. Nach ca. 3 Tagen kam es dann zur metastatischen Absceßbildung in der Gesäßgegend; nach breiter Spaltung entleerte sich „aashaft stinkender Eiter mit Gas vermischt". Am folgenden Tage traten Schmerzen in der linken unteren Thoraxpartie auf, Punktion ergab ein jauchiges Empyem infolge eines randständigen Lungeninfarktes von gleichem, penetrantem Gasgeruch wie der primäre Herd. Der Patient wurde geheilt.

In einem von Ranft[95]) geschilderten Falle handelt es sich „um einen primär am rechten Unterschenkel auftretenden Gasbrand, der zur Absetzung des Gliedes führte, worauf der Brand am Oberschenkel erlosch und Patient sich sichtlich erholte. Zwei Tage nach der Operation trat plötzlich unter Temperaturanstieg auf 38,4° erneut Gasbrand und zwar am rechten Arm (Ellenbogengegend) auf. Patient klagte bei der Einlieferung schon infolge Verschüttung über Schmerzen im rechten Ellenbogengelenk, wo ein Handteller großer Bluterguß ohne äußere Verletzung sichtbar war.

In beiden Fällen handelt es sich um reine Metastasenbildung; im ersten Falle tritt sie an einer durch das Körpergewicht hervorgerufenen Druckstelle am Gesäß auf, das dadurch schlechter durchblutet und für die Infektion empfänglicher ist, in dem anderen findet sich ein für die Entwicklung günstiger Nährboden in dem durch die Blutzersetzung vorbereiteten Bluterguß. In beiden Fällen ist also ein locus minoris resistentiae geschaffen, der zur Bildung von Metastasen prädestiniert.

Einen weiteren Fall teilt Kayser[72]) mit; es handelt sich um eine Granatsplitterverletzung am Gesäß. „Umgebung zunächst reizlos, am zweiten Tage Anschwellung, Rötung, Schmerzhaftigkeit des garnicht verletzten (also metastatisch erkrankten) rechten Oberarmes. Typisches Gefühl des Hautemphysems. Sofort breite Inzisionen in das bis in die Muskeln hinein mit Gasblasen durchsetzte Gewebe, das unter dem Messerzug wie Sand knirscht. Schneller Verfall und exitus am selben Abend. Bis zur Unförmlichkeit war die Leiche des geradezu zierlich gebaut gewesenen Mannes bis zum andern Morgen verändert".

Charakteristisch ist auch der von Payr beschriebene Fall von Gasbrandmetastase: nach einer Granatverletzung des Sprunggelenkes breitete sich die Gasphlegmone bis an das Kniegelenk hin aus, so daß sofort zur Amputation geschritten wurde. „An mehreren anderen Körperstellen, an

der Hüfte, am Ellenbogen befanden sich kleine Abschürfungen, an anderen Stellen subcutane Blutergüsse, durch das Hinfallen nach erhaltener Verletzung bedingt. Auf allen diesen Stellen entstanden auf hämatogenem Wege Metastasen subkutaner Gasphlegmone mit typischem Gasknistern".

Conradi-Bieling, v. Gaza, Jacobsohn [69]), Marquardt [79]), Rumpel, Schönbauer [107]) haben nur je einmal, Hanken viermal Metastasen von Gasphlegmonen gesehen.

Das relativ häufige Vorkommen von Metastasen wird durch die Untersuchungen von Klose [75]) der Aufklärung näher gebracht. Von 80 in vivo entnommenen Blutproben bei klinisch einwandfreien Gasphlegmonen fanden sich 48—60 % Gasoedembazillen, die beim Absetzen mit in den Blutkuchen gerissen wurden. Der Übertritt der Gasoedembazillen in die Blutbahn kann unter Umständen schon in einem sehr frühen Stadium der Erkrankung erfolgen, immerhin wird die Einwanderung der Gasbazillen von der Schwere der Verwundung und der Menge des damit verbundenen Blutverlustes abhängig sein, weil die Widerstandsfähigkeit des Organismus gegen die anaërobe Infektion bedeutend herabgesetzt und der Blutkreislauf nicht mehr imstande ist, die alte Arbeit zu leisten. Dadurch kommt es zu einer ungenügenden Durchblutung besonders gefährdeter Körperteile (Gesäß, Hämatom etc.), die dann ausreichend ist, einen locus minoris resistentiae und damit eine Ansiedlung der im Blut kreisenden Anaëroben, also eine Metastase, zu erzeugen.

Ein Beispiel hierfür bietet der von Hanasciewicz [59]) beschriebene Fall, in dem der Nachweis des Gasbazillus im Blute wegen der fehlenden bakteriologischen Einrichtung zwar nicht erbracht werden konnte; der klinische Befund — es handelt sich um eine Gasbrandmetastase im rechten Unterschenkel nach Gasphlegmone im linken Unterschenkel — ließ jedoch keinen Zweifel, daß die Verbreitung nur auf dem Blutwege vor sich gegangen sein konnte. Während der

linksseitigen Amputation hatte der Kranke ziemlich viel Blut verloren — ein die Ausbreitung der Gasphlegmone förderndes Moment (Bier) — und nach zwei weiteren Tagen schritt die Gasphlegmone unter auffallender Verschlimmerung des Allgemeinbefindens am linken Amputationsstumpf weiter fort unter gleichzeitiger starker Schwellung des rechten Unterschenkels, an dem oberflächlich wie in der Tiefe deutliches Knistern beim Palpieren zu fühlen war.

Für die gar nicht seltene Beobachtung, daß metastatische Gasphlegmonen an Stellen von Kochsalzinfusionen auftreten, darf ungezwungen die Erklärung gegeben werden, daß durch die subkutane Kochsalzinfusion vorübergehend eine Gefäßkompression im Infusionsgebiet gesetzt, der Blutstrom dadurch verlangsamt, wenn nicht gehemmt und die Ansiedlung der im Blute kreisenden Erreger dadurch begünstigt wird. Den von Kausch angeführten Fall hält Marwedel nicht für beweiskräftig, da die Möglichkeit einer Infektion durch den Nadelstich vorliegen konnte.

Endlich möchte ich hier noch einen Fall von Jacobsohn erwähnen, der wohl nicht als Metastase aufzufassen ist; es handelt sich um einen sonst noch nicht veröffentlichten Fall von gleichzeitig auftretender, gutartiger Gasphlegmone des rechten Vorderarmes und Gehirns. Die zwei Tage nach der Verwundung während des Bahntransportes zum Ausbruch gekommene Gasphlegmone am rechten Vorderarm verläuft unter einer Temperatur von 38—39°, der Kranke zeigt zunehmende Benommenheit und einen Druckpuls von 50—60 Schlägen in der Minute im Gegensatz zu allen sonstigen Erfahrungen; Augenhintergrund ohne Stauungspapille. Drei Tage später wird nochmals der ganze Körper eingehend nach Verletzungen abgesucht, und da findet sich eine kleine $^1/_4$ cm große, verschorfte Wunde an der linken Schläfe oberhalb des Ohres. Die Dura mater zeigt nach ihrer Freilegung eine ganz kleine, nicht pulsierende, schon wieder verklebte Einschußstelle; nach Spaltung der dura pfeift

aus der Wunde Gas. Die Pulsfrequenz steigt zusehends und das Bewußtsein wird klarer. Patient wird geheilt.

Nach der Ansicht von Zindel darf als Metastase nicht die Gasphlegmone gelten, die sich an einer zweiten Verletzungsstelle bei einem Menschen entwickelt, bei dem bereits von der ersten Verwundung eine Gasphlegmone ausgegangen ist; hier wird es sich lediglich um eine etwas später aufgetretene Infektion gehandelt haben. Der mechanische Druck der durch die Lagerung des Kranken ausgeübt wird, kann eine weitere Ursache (als locus minoris resistentiae) für die Ausdehnung der Gasphlegmone auf metastatischer Grundlage sein; besondere Vorsicht und Beobachtung verdienen daher Schienenverbände etc., Gesäß und Rücken bei der Lagerung des Patienten. Ein Beispiel hierfür geben die von Marwedel veröffentlichten beiden Fälle, in denen einmal nach Granatdurchschuß mit Zerschmetterung des linken Oberschenkels, das andere Mal nach Granatsteckschuß im linken Oberarm am Gesäß, das keine Wunden oder Hautabschürfungen zeigte, eine letal verlaufende Gasphlegmone auftrat. Die Schußwunde selbst zeigte bei der Oberschenkelverletzung kein Zeichen einer Gasinfektion, gehört also mehr in das Gebiet der ruhenden Infektion, in dem andern Falle brodelte aus der sonst reizlosen Wunde etwas Gas.

Eine wesentliche Unterstützung und Erleichterung der Diagnose gewährt uns die Röntgenuntersuchung; eingehende Arbeiten wurden von Burchard [16]), Döhner [31]), Finkh, Groth [57]), Martens [80]), Sackur [101]) und Schwarz [108]) gegeben, In einzelnen gasverdächtigen Fällen läßt sich schon eine einwandsfreie Diagnose stellen, wenn klinisch die Anwesenheit von Gas im Gewebe noch nicht nachzuweisen ist; in anderen kann man sich über die Ausdehnung der Gasansammlung eingehend unterrichten (Martens). Nach den Beobachtungen von Burchard kann man im Röntgenbild deutlich drei Formen der Gasinfektion unterscheiden:

Gasabsceß, Gasphlegmone, und Gasgangrän. Beim Gasabsceß findet sich um den Fremdkörper, der meist in der Wunde noch steckt und die mannigfachsten Gestalten hat, ein größerer oder kleinerer (im Positiv) heller Hof, der bis apfelgroß sein kann, im allgemeinen sind seine Grenzen ganz glatt, rund oder oval, bisweilen zu größeren Hohlräumen konfluierend, häufig jedoch auch gezackt, als Merkmal, daß die Muskulatur stark zerrissen ist. Aus dem gleichen Grunde finden sich dann zuweilen in einiger Entfernung von dem Infektionsherd noch weitere helle Flecke, die in die Muskulatur hineinragen und nie streifenförmig sind. Anders dagegen bei der Gasphlegmone. Der Granatsplitter etc. kann von einem hellen Hofe umgeben sein; in seiner Umgebung aber, meist vom Einschuß ausgehend, verlaufen „im ganzen Gewebe flecken- und streifenförmige Schatten, die teils zwischen die einzelnen Muskeln eindringen und diese deutlich gegeneinander abheben, teils aber sich in den Muskeln selbst verbreiten und hier eine schicht- und lagenförmige Anordnung zeigen". Wie in der Muskulatur ist auch im Unterhautzellgewebe im Röntgenbild die Ausdehnung der Gasphlegmone sichtbar. Bei der Gasgangrän zeigt der gaserkrankte Muskel ein „gefiedertes" Aussehen, da er infolge des Deutlich-Sichtbarwerdens seines Baues und seiner Faserstruktur, in die das Gas eingedrungen ist, auf dem Röntgenbild wie eine Feder aussieht. Da die einzelnen Muskeln einen verschiedenen Faserverlauf haben, läßt sich der erkrankte Muskel genau verfolgen und von den Muskelpartien sicher unterscheiden.

Technisch wird die Verwendung von weichen Röhren empfohlen, die mit langer Belichtungszeit auf die Platte einwirken sollen. Da auch auf andere Weise Gas bezw. Luft mit in die Gewebe hereingerissen werden kann, ferner aber auch einzelne Muskelinterstitien bei dem Gebrauch weicher Röhren auf der Platte ähnliche Schatten hervorrufen können, so muß man bei der Beurteilung einer Aufnahme vorsichtig

sein und die Röntgendiagnose durch noch mindestens eine zweite Aufnahme stützen. Der Wundverband ist nach Möglichkeit vor der Aufnahme abzunehmen, um ein möglichst klares Bild zu erhalten und falsche Schatten von vornherein auszuschalten.

Für die weitere Therapie kommt in erster Linie die offene Wundbehandlung in Frage. Der gewöhnliche Okklusivverband schließt die Außenluft fast völlig ab und beeinträchtigt dadurch die Zufuhr von Sauerstoff, die ausreichend ist, wirksam die Anaërobier zu bekämpfen. Die Nachteile des einfachen Okklusivverbandes werden deutlich erkennbar, wenn man die infizierte Wunde beobachtet. Die Wundränder nähern sich nach der Incision bald wieder und lassen nur den kleinen Spalt für den hineingelegten Wasserstoffsuperoxyd-Tampon frei. Dadurch werden Wundsekret und Oedemflüssigkeit zurückgehalten, und unter dem Einfluß der feuchten Wärme und dem fast völligen Luftabschluß können die Gasbazillen unter den günstigsten Bedingungen fortwuchern; je weiter die Gasbazillen in die tieferen Muskelpartien und Muskelinterstitien hineingelangen und ihr Vernichtungswerk fortsetzen, desto besser werden unter diesen Verhältnissen der Nährboden und die Wachstumsbedingungen für die Anaërobier. Die offene Wundbehandlung vermeidet alle diese Mißstände, wenn sie im Anschluß an die Entfernung der abgestorbenen, gangränösen Muskulatur gemacht und die Wunde durch evtl. zurückgeklappte Lappen klaffend gehalten wird. Nachteilig ist nur der länger andauernde Krankheitsverlauf. Schloessmann[104]) empfiehlt, die Haut in X-Form oder in Form zweier Türflügel bis auf die Fascie einzuschneiden und nach dem Umklappen die Lappen an der Haut zu fixieren, bis die Wunde breit offen klafft. Die den Gasbazillen feindliche, sauerstoffhaltige Luft hat jetzt freien Zutritt zu allen Geweben; in verhältnißmäßig kurzer Zeit trocknet die Wunde aus, weil erstens die Oedemflüssigkeit und das Wundsekret ungehindert abfließen

können und zweitens durch die heranstreichende Außenluft die Verdunstung beschleunigt wird. Mit Hilfe des Föhnapparates etc. läßt sich diese Wirkung dann noch wesentlich unterstützen und verstärken. Um für einen ungehinderten Sekretabfluß freie Bahn zu schaffen, legt man möglichst an dem tiefsten Punkte des Wundbettes Gegenincisionen an und führt Drains ein. Vielfach wird die offene Wundbehandlung mit starken Antiseptika bezw. Ätzmitteln kombiniert. Nach Schlesinger[102]) bewirkt die reine Karbolsäure, die sich als sehr brauchbar erwiesen hat, hauptsächlich durch das Offenhalten des Hauptwundkanals (Tiefenätzung) einen sicheren Sekretabfluß nach außen, während die chemische Einwirkung auf die Infektionskeime nur unvollkommen und für diese Art der Behandlung nebensächlich ist. Durch die „natürliche Drainage" werden die Drains überflüssig. Er erwähnt drei Fälle von beginnender Gasinfektion, die unter energischer Karbolsäureätzung ausheilten.

Das allgemeine Krankheitsbild scheint gleichfalls günstig von der offenen Wundbehandlung beeinflußt zu werden. Allgemein werden die Beobachtungen von Braun (Bruns Beitr. z. klin. Chirurgie Bd. 98. kriegschir. Heft 10), der eine ganze Reihe der verschiedensten Verletzungen offen behandelt, bestätigt, daß die offene Wundversorgung von den Kranken gut vertragen wird und den weiteren Heilungsprozeß äußerst günstig beeinflußt: „selbst bei schwersten Infektionen fehlten unter geringem Temperaturanstieg und Störungen des Allgemeinbefindens Schwellungen und entzündliche Prozesse in der Umgebung der Wunde". Ähnlich verhält es sich auch beim Gasbrand: In der Mehrzahl der Fälle geht der Temperaturabfall sehr schnell vor sich, der Puls bessert sich zusehends und die Atmung wird ruhiger. Das Wundsekret, das sich aus den Spalten und Taschen des Wundbodens angesammelt hat und entsprechend der längeren Einwirkung der Luft nach und nach spärlicher fließt, wird in kurzer Zeit frei von Gasblasen und Zeichen

fauliger Zersetzung; gleichzeitig verschwindet der charakteristische Geruch nach wenigen Stunden. Die Wundflächen sind anfangs ganz mit dem fast völlig eingetrockneten Wundsekret überzogen; die Borken werden dann öfters abgehoben, um die Wunde gründlich mit Wasserstoffsuperoxyd oder Dakin-Lösungen etc. durchzuspülen. Vereinzelt werden auch Dauerberieselungen mit gutem Erfolg durchgeführt. Instrumentelle Behandlung der Wunde ist jetzt kaum noch notwendig, da sie sich mehr und mehr reinigt und bald völlig austrocknet; zurückbleibende gangränöse, aber völlig geruchlose Gewebsstücke werden entfernt. Jede Tamponade fehlt natürlich vollkommen.

Die Extremitäten lassen sich verhältnismäßig einfach offen behandeln; mit Hilfe von dem jeweiligen Falle angepaßten Schienen oder den fertig im Handel erhältlichen modifizierten Volkmann-Schienen wird ein Gestell hergerichtet, auf dem das Glied lagert und das den freien Sekretabfluß in keiner Weise hindert. Schwieriger ist die offene Behandlung des Gasbrandes am Rumpfe; durch entsprechende Lagerung und durch Befestigung von Zellstoffkissen-(Ringen) zum Absaugen des Sekretes und Oedems auf die Haut wird auch hier sich, ohne Beschwerden für den Kranken, die offene Wundbehandlung durchführen lassen. Zum Aufsaugen des abfließenden Sekretes etc. werden Schalen untergelegt, der betreffende Körperteil selbst wird mit Drahtgestellen überbrückt, um einmal ein Berühren des Bettes mit der Wunde zu verhindern, dann aber auch, um der Luft ungehindert Zugang an die Wundfläche zu verschaffen. Der weitere Heilungs-Verlauf geht dann in verhältnismäßig kurzer Zeit glatt von statten.

Auch wenn Gliedmaßen abgesetzt worden sind, läßt sich die offene Wundbehandlung durchführen. Nachdem in kurzer Zeit durch einen Okklusivverband die kleineren Blutungen zum Stehen gekommen sind, wird der unterstützte Operationsstumpf offen gelagert. Allerdings hat die

Behandlung den Nachteil stärkerer Weichteilretraktion und der Begünstigung der Stumpfkontracturen, worauf Payr aufmerksam macht, jedoch können gleich nach Erlöschen des Gasbrandes mit Hilfe von Zugverbänden die Mißstände beseitigt und gute Stümpfe erzielt werden.

Die Behandlung der Gasphlegmone im zweistündigen Seifenvollbad nach vorausgegangenen weitgehenden Incisionen und mit nachfolgenden Wasserstoffsuperoxydspülungen wird von Nahmacher [86]) beschrieben und empfohlen, weitere Ergebnisse konnte ich nicht mehr in der Literatur finden.

Neben den breiten Incisionen verwandte man schon früher Sauerstoff. Da die Gasbazillen streng anaërob sind, so muß der Sauerstoff ihre Entwicklung hemmen und sie zum Absterben bringen. Zuerst begann Thiriar damit, nach der Amputation Sauerstoff in das gesunde Gewebe einzublasen, später baute Müller diesen Gedanken weiter aus und brachte durch Sauerstoffinsufflationen sowohl in das erkrankte wie auch gesunde Gewebe ohne chirurgischen Eingriff eine schwer verlaufende Gasphlegmone zur Ausheilung.

Die Technik ist sehr einfach: An eine Sauerstoffbombe — der Sauerstoff muß natürlich chemisch rein sein — wird ein Schlauch mit einer dicken Kanüle angeschlossen und die Kanüle unter die Haut und Muskulatur geführt. (Sudeck [120]). Das behandelte Glied schwillt luftkissenartig an, jedoch läßt die starke Spannung infolge der Resorption des Sauerstoffes nach, und es bleibt ein geringes Sauerstoffemphysem zurück. Vereinzelt wurden Insufflationen mittels des Wollenberg'schen Sauerstoffentwicklers unter hohem Druck angewandt.

Die Erfahrung hat gelehrt, daß die Sauerstoffeinblasung nicht ganz ungefährlich ist. Mehrere Fälle sind beschrieben, in denen in kürzester Zeit nach dem Einstich und Einblasen von Sauerstoff unter geringem Druck die Kranken blitzartig unter dem Zeichen höchster Atemnot tot zusammenbrechen.

Die meist sofort vorgenommene Autopsie ergibt dann eine auffallende ballonartige Auftreibung des meist stark dilatierten rechten Vorhofes und teilweise auch des rechten Ventrikels und der Art. Pulmonalis mit ihren Hauptästen. Beim Einstechen entleert sich eine größere Menge Gas, wie sie gewöhnlich bei der Sektion nicht gefunden wird, und eine schaumige, hellrote Flüssigkeit. Die Kranken sind in den von Simmonds[115]) und Frankenthal[46]) beschriebenen 5 Fällen an einer Sauerstoffgasembolie gestorben. Der von Schmid[106]) beschriebene Fall zeigt uns ein ähnliches Bild von Gasembolie ohne Sauerstoffinsufflationen, das ich vergleichsweise an dieser Stelle diesen gegenüberstelle. Von einer Gasphlegmone am linken Kniegelenk ausgehend, zeigte sich am vierten Tage nach der Verwundung eine deutliche Thrombose der vena saphena vom Knie aufwärts, die sich am folgenden Tage (bei einer Temperatur von 37,9—38,7) unter gleichmäßig oedematöser Schwellung und blaßer, glänzender Haut auf die vena femoralis hin fortpflanzte. Am Abend beschränkte sich die Thrombose nicht mehr allein auf das Gebiet der v. femoralis, sondern erstreckte ihre Ausläufer bis zu der Gegend der Symphyse und zum Skrotum. Am folgenden Morgen plötzlicher Anfall von Atemnot mit Cyanose und motorischer Unruhe, der sich nach Morphiuminjektion rasch beruhigte. Einem zweiten Anfall nach 2 Stunden erlag Patient nach wenigen Minuten. Die Gasphlegmone verlief hier klinisch unter dem Bilde einer Embolie der art. pulmonalis, ausgehend von einer Thrombophlebitis der linken v. femoralis; die eine Stunde nach dem Tode vorgenommene Obduktion ergab eine Gasembolie des rechten Herzens, das namentlich im Bereich des Vorhofes stark dilatiert war. Rechter Vorhof, Art. pulmonalis, vena cava inf., vv. iliaca communis, externa sin. und femoralis sin. waren mit schaumigem Blute gefüllt. Das aus dem Herzen bei der Sektion entweichende Gas konnte leider nicht untersucht werden. Nach der An-

sicht von Schmid läßt sich der Verlauf am besten durch Verschleppung des durch die Erreger der Gasphlegmone in der Wunde und ihrer Umgebung gebildeten Gases erklären.

Im Felde war nicht immer Sauerstoff zur Hand, so daß Wasserstoffsuperoxyd injiziert wurde, und Borchers beschreibt einen derartigen Fall, der gleichfalls an Gasembolie plötzlich unter den gleichen Erscheinungen zu Grunde ging; die gleiche Erfahrung machte Auersperg [6]).

Um allen Gefahren zu entgehen, hat Gaertner [53]) Richtlinien angegeben. In den Venen, vornehmlich aber im rechten Herzen wird der Sauerstoff vom Blut absorbiert. Wird nun der Druck gesteigert, wird also der Sauerstoffstrom so stark, daß die Absorption resp. chemische Bindung nicht gleichen Schritt halten kann, so sammelt sich das Gas im rechten Herzen, bläht es ballonartig auf und verlegt die Arteria Pulmonalis. Während des Einströmens des Sauerstoffes in das Gewebe muß zur Verhütung einer Gasembolie dauernd das Herz auskultiert werden, da „schon die erste Gasblase, die in das rechte Herz eindringt, ein sehr lautes mit der Herzaktion synchrones-plätscherndes Geräusch hervorruft, welches zumeist schon aus der Entfernung hörbar ist."

Wird dann die Sauerstoffzufuhr rechtzeitig durch Lösung der Verbindung zwischen Nadel und Flasche unterbunden, so wird eine Lebensgefahr vermieden, da der Sauerstoff in Kürze gebunden sein wird, aus dem Gewebe aber ein überschüssiger Teil durch die Kanüle nach außen entweichen kann. Um über die Stärke und Beschaffenheit des Sauerstoffstromes eine Kontrolle zu haben, empfiehlt Gaertner, eine Waschflasche und einen gut regulierbaren Quetschhahn einzuschalten. Für den äußersten Notfall gibt er endlich an, einen Katheter durch die vena ingularis dextra in das rechte Herz einzuführen, damit ein Teil des Gases spontan entweichen oder mit einer Spritze aspiriert werden kann.

Das Anstechen einer Vene muß natürlich von Anfang an möglichst vermieden werden. E. Fraenkel empfiehlt nach dem Einstechen der Kanülennadel abzuwarten, ob Blut abfließt, und erst mit der Infiltration von Sauerstoff zu beginnen, wenn kein Blut sich entleert. Ist eine Waschflasche zwischen geschaltet, so zeigt ein rascheres Aufeinanderfolgen der Gasblasen an, daß das Gas einen leichten Abfluß gefunden hat, der eine Vene sein kann.

Interessant ist eine Zusammenstellung und kritische Betrachtung Borchers. Die Veröffentlichungen von Payr, Wilms, Seefisch, Armknecht etc. beweisen, daß die Prognose der Gasphlegmone viel günstiger ist als vor dem Kriege; in der Mehrzahl der Fälle ist die Heilung durch rein chirurgische Maßnahmen mit relativ befriedigendem Erfolge erreicht worden, so daß er, zumal eine spezifische Wirkung des Sauerstoffs nicht erwiesen ist (Wilms, Conradi-Bieling, Duhamel), von der Sauerstoffbehandlung der Gasphlegmone abratet.

Anders verhält es sich bei einfachen Wasserstoffsuperoxydspülungen, da hierbei ja ein Ausgleich nach außen hin stattfinden kann und die Gefahr einer Gasembolie nicht in Frage kommt. Eine gleiche Wirkung haben das von den Elberfelder Farbwerken vorm. Friedrich Bayer & Co. in den Verkehr gebrachte Ortizonpulver nnd die Ortizon-Wundstifte, die an Wirkung 10 mal stärker als die offizinelle H_2O_2-Lösung sind. Besonders Kausch empfiehlt ihre Einführung in die breit gespaltene Wunde. Außerdem sind noch mancherlei andere Präparate in den Handel gekommen, die gute Erfolge aufweisen sollen: z. B. Hyperol (Cernic[20]).

Gute Erfolge hat Dobbertin[30]) durch Chloren der schwerinfizierten Wunden mit Dakinlösung nach Carrel erzielt, indem die keimtötende Wirkung des Natriumhypochlorids — NaClO — ohne Schädigungen für die Zellen (Giftigkeit, Eiweißgerinnung) nutzbringend für den Heilungs-

prozeß der Gasphlegmone benutzt wurde. Die Dakin-Lösung setzt sich nach v. Bruns folgendermaßen zusammen:

„a. Originaldakinlösung: 200 g Chlorkalk werden mit etwa 10 Liter Wasser und 140 g Natriumkarbonat gemischt. Mischung schütteln. Man fügt etwa 25—40 g Borsäure in Substanz hinzu, um die Lösung zu neutralisieren. Evtl. Titrieren mit Phenolphthalein. — Die Lösung enthält ca. $^1/_2$ % Natriumhypochlorid.

b. Zubereitung: 200 g Chlorkalk werden mit etwa 200 g aqua fontana fein verrieben. Allmählich mehr Wasser zusetzen unter ständigem Umrühren bis zu 10 Liter. 140 g Soda lösen in gleichen Teilen Wasser, in dünnem Strahl unter Umrühren der Chlorkalklösung zufügen, etwa $^1/_2$ Stunde lang umrühren, hierauf filtrieren. Etwa 30—40 g Borsäure in 200 g heißem Wasser lösen und dem Filtrat zufügen."

Das Natriumhypochlorid zerfällt in Kochsalz und Sauerstoff — Na Cl O = Na Cl + O — und der abgespaltene Sauerstoff in statu nascendi ist das wirksame Prinzip. Er beschleunigt die Abstoßung von nekrotischen Fetzen, wirkt fäulniswidrig und keimtötend und fördert die Granulationsbildung.

„Wie ein Sauerstoffdauerbad erzeugt er eine intensive aktive Hyperämie", es kommt also das Bier'sche Prinzip zur Geltung. Während so auf der einen Seite der Sauerstoff die Heilung begünstigt, bewirkt auf der anderen Seite das Kochsalz „als hypertonische Kochsalzlösung eine starke Lymphorrhöe mit mechanischer Ausschwemmung von infektiösem Material;" außerdem wird die faulige Zerlegung der nekrotischen Muskeln durch das Kochsalz gehemmt (Einpöckeln).

Die Behandlung geht nun so vor sich, daß nach äußerst radikaler Entfernung aller Fremdkörper (Geschoß,

Knochensplitter pp.) und nekrotischer Muskelfetzen die mit Drain versehene Wunde mit stark durchtränkter Gase angefüllt und ein Wickelverband ohne wasserdichten Stoff angelegt wird. Das Drainrohr soll dabei nach außen frei liegen, damit dann dauernd vermittels eines angeschlossenen Trichters Spülungen vorgenommen werden können. Mißerfolge hat D. nur in den von vornherein hoffnungslosen Fällen und bei nicht genauer Zubereitung der Lösung gesehen. In allen Fällen stießen sich die Nekrosen innerhalb 24 Stunden ab, und in kurzer Zeit zeigte die Wunde frische kräftige Granulationen. Winkelmann [132]) fordert eine möglichst frühzeitige Behandlung der Kriegswunden mit Dakin-Lösung, da seiner Ansicht nach bei prophylaktischer Anwendung das Auftreten des Gasbrandes mit Sicherheit vermieden, bereits in Entwicklung begriffene Gasbranderkrankungen zum großen Teil zur Heilung gebracht werden können. In ganz schweren Fällen hat er keinen Erfolg mit Dakinlösung gehabt.

Nach der von Hufschmidt und Preusse in ihrer Abhandlung „primäre Wundexision von Schußverletzungen und Wundbehandlung mit Dakin'scher Lösung" festgelegten Ansicht ist die radikale primäre Wundversorgung (nach Friedrich) das Wesentliche. Die Dakin'sche Methode ist besonders für die vorderen Sanitätsformationen viel zu zeitraubend und hat nur bei ganz frischen Verletzungen einigen Wert: bei bösartigem Auftreten von Gasphlegmone aber versagt die Dakin'sche Lösung nach den Erfahrungen von Otto [87]) vollständig. Gleichfalls ablehnend verhalten sich Merkens [84]) und Schlesinger; ersterer empfiehlt unter Anführung der Arbeit von Otto immer noch den chirurgischen Eingriff als den besten Weg zur Bekämpfung der Infektion, letzterer ist der gleichen Ansicht und hält die der Behandlung vorangehende Inzision für das Wirksame, während durch die Dakin-Lösung allein die schwere Gasinfektion wohl kaum aufgehalten werden dürfte. In der prophylaktischen An-

wendung aber soll sich die Dakin-Lösung gut bewährt haben.

Nach den Erfahrungen von Bier sind die Erfolge der Dauer- bezw. rhytmischen Stauung in der Behandlung der Gasphlegmone ganz außerordentlich groß, seiner Ansicht sind Sehrt, Thies und Ritter auf Grund mehrerer äußerst günstig verlaufener Fälle beigetreten. In dem Oedem sind nach Aschoff und Pfeiffer fast selten Bazillen zu finden, und Bier sieht in der natürlichen Oedembildung eine Abwehreinrichtung des Organismus. Wird nun dieses Oedem durch unsere Behandlung noch vermehrt, erzeugen wir die bei der Gasphlegmone fehlenden Rubor und Calor durch Hyperämie, so heilt nach Bier eine Gasphlegmone in der übergroßen Mehrzahl der Fälle aus. Die Technik dieser Dauerstauung ist einfach: Die ca. 6 cm breite Gummibinde wird möglichst bald nach der Verwundung am Oberarm bezw. am Oberschenkel angelegt, ohne daß ein für den Kranken schmerzhafter Druck ausgeübt wird. Dabei muß sorgfältig darauf geachtet werden, daß der Puls an der art. radialis bezw. art. dorsalis pedis usw., d. h. an den peripheren Arterien immer gefühlt werden kann, da ein Abschnüren der ernährenden Gefäße Gangrän und Nekrose nach sich führen muß. Aus diesem Grunde muß die Haut ihr rosiges Aussehen behalten, sich warm anfühlen und gegen äußere Reize empfindlich bleiben. Die Binde bleibt dann je nach dem Fall 2—5—10—12 Tage liegen. Die gestauten Gliedmaßen schwellen bald mächtig an und aus der Wunde fließt reichlich oedematöses Sekret ab; es findet also eine Spülung der erkrankten Gewebe von innen heraus statt. Während der Stauung sieht die Wunde schmierig belegt und unübersichtlich aus, doch nach Abnahme der Stauungsbinde reinigt sie sich sehr schnell und die vorher oedematösen, schlaffen Granulationen kräftigen sich zu-

sehends. Zugleich mit einer Abnahme der Schmerzen sinkt auch die Temperatur, doch ist sie allein kein Gradmesser für die augenblickliche Wirkung der Stauung.

Da die manuell angelegte Stauungsbinde mannigfache Fehlerquellen beim Anlegen in ungeübter Hand aufweist, so brachte Thies sein schon in der deutschen Gesellschaft für Chirurgie 1913 vorgeführtes Prinzip der rhytmischen Stauung unter Verbesserung des Apparates erneut zur Geltung.

Der Apparat wird durch Kohlensäure (Bombe), Luftdruck (Pumpe oder Elektrizität) angetrieben und kann bis zu 20 Fälle gleichzeitig in Behandlung nehmen. Mit Hilfe einer Anaëroidkapsel, die an den zur Staumanschette führenden Schlauch angeschlossen ist, läßt sich ein Wechsel von Stauperiode und staufreier Zeit, d. h. rhytmische Stauung bewirken, das Verhältnis der Länge der Stauzeit zur Länge der Staupause kann dann ganz beliebig reguliert werden, jedoch hat es sich nach Thies als vorteilhaft herausgestellt die Stauzeit kürzer zu wählen als die Staupause. Das günstigste Verhältnis scheint 60 : 90—120 Sekunden zu sein; schreitet die Besserung weiter fort, so erscheint es ratsam, die Stauzeit zu verkürzen und gleichzeitig die Staupause zu verlängern. Die Vorteile der rhytmischen Stauung sind abgesehen von der selbsttätigen Arbeit des Apparates eine nicht nur venöse, sondern auch arterielle Hyperämie und wesentlich stärkeres Oedem. Durch sie wird in zweckmäßiger Weise für eine ständige Auffrischung der Endothelzellen und eine Erhöhung ihrer Leistungsfähigkeit gesorgt: gleichzeitig wird die Demarkation des abgestorbenen Gewebes erheblich beschleunigt.

Wegen der starken oedematösen Schwellung müssen alle einschnürenden Verbände fehlen; am besten sind Tuchverbände, die eine Schnürung vermeiden, außerdem auch einen schonenden Verbandswechsel ermöglichen, weil ein Herausheben und Verlegen des verletzten Gliedes aus der Schiene unterbleiben kann. Extensionsverbände können

auch während der Stauung durchgeführt werden. Tritt ein zu starkes Oedem oder zu intensive Hyperämie auf, so läßt sich das Verhältnis von Stauzeit zu Staupause zu Gunsten der letzteren ändern, jedoch soll man nicht ohne weiteres die Stauung unterbrechen, indem man bedenkt (Thies) „daß der Grad der Hyperämie und des Oedems wesentlich abhängt von der Menge der im Entzündungs- und Stauungsgebiet anwesenden bakteriellen und geweblichen Giftstoffe, und daß starke Hyperämie und starkes Oedem im gestauten Gewebe nur davon ein Zeichen sind, daß die Abwehrmaßregeln des Entzündungsgebietes recht zur Geltung kommen."

Während der Stauung tritt bisweilen eine oberflächliche Blasenbildung und Mazeration der Haut durch das Stauungssekret auf, doch gehen die Entzündungserscheinungen trotz fortgesetzter Stauung bald wieder zurück. Im Verlaufe der Stauung muß die Gefahr des chronischen Oedems jederzeit beachtet werden, da es sich nur langsam zurückbildet und nicht mehr die bakterientötende Eigenschaft (Bier) besitzt, sondern im Gegenteil manche Entzündungsformen z. B. das Erysipel begünstigt.

Als Zeitpunkt der Unterbrechung bezw. Beendigung der Stauungsbehandlung soll der lokale Befund maßgebend sein, jedoch soll die Behandlung 11—13 Tage keineswegs überschreiten. Bisweilen läßt man noch, wenn sich in den ersten Tagen eine Besserung gezeigt hat, prophylaktisch die Binde liegen bezw. den Apparat in Tätigkeit.

Neben der Stauungsbehandlung dürfen aber keineswegs die chirurgischen Maßnahmen vergessen werden. Bier sowohl wie Thies und Sehrt fordern, daß bei dichten Infiltraten oder Absceßbildung unbedingt incidiert werden muß, bevor zur Stauung geschritten wird. Dabei muß eine sorgfältige Blutstillung vorgenommen werden. Sehrt verlangt weiter, daß auch bis zu 24—36 Stunden vor der Amputation noch gestaut werden soll, da die Gasinfiltration in seinen Fällen nicht über den Bindensitz fortgeschritten ist und die

Dauerstauung dem Weiterschreiten des gasphlegmonösen Prozesses rein mechanisch Einhalt tut, die Eiterung über den Schnürring infolge der Kompession der Gewebe aber nicht fortschreiten kann. Bei besonders stark mitgenommenen, schwachen Kranken, bei schlechtem Allgemeinbefinden, wo ein chirurgischer Eingriff nicht mehr vertragen werden kann, kommt die rhytmische Stauung unter gleichzeitiger intravenöser Kochsalzinfusion immer noch in Frage.

Thies hat 20 Fälle, unter denen mehrere sehr schwere und teilweise aussichtslose Infektionen waren, rhytmisch gestaut und die Behandlung ohne weiteren chirurgischen Eingriff vorgenommen bis auf einen Fall von hochsitzender Gasinfektion, in dem der Stauung ausgedehnte Inzisionen vorausgingen. Der Stauungsschlauch wurde in solchen Fällen in Nabelhöhe um den Bauch gelegt, während gleichzeitig das Bein durch einen hochliegenden Stauschlauch gestaut wurde. Im Allgemeinen genügte eine Stauung von 3—6 Tagen. Von seinen Fällen starben zwei, schon in elendem Zustande eingelieferte Kranke, ein dritter an einer nach vier Wochen erneut auftretenden Wundinfektion, die zur Thrombose und Sepsis führte. Der 4. Fall starb nach Ausheilung der Gasphlegmone an Lungenentzündung.

Sehrt beschreibt 6 Fälle, von denen zwei an der Stelle amputiert werden mußten, wo die Staubinde gelegen hatte. Der Stumpf wurde sofort genäht und heilte aus. Alle 6 Fälle kamen zur Heilung.

Die weitaus größte Zahl von mit Stauung behandelten Gasphlegmonen hat Bier beobachtet. 157 seiner Fälle wurden mit Hyperämie behandelt, hauptsächlich unter Benutzung der rhytmischen Stauung; 106 seiner Fälle wurden ohne irgend welchen chirurgischen Eingriff gestaut und aseptisch verbunden, von denen 17—16 % starben (davon an Gasphlegmone 7,5 %, an Komplikation 8,5 %. Das Ergebnis dieser Behandlung war:

Unter Nachlassen der heftigen Schmerzen bessert sich bald infolge der verhinderten Resorption und Bindung der Gifte im gestauten Glied das Allgemeinbefinden; am Erkrankungsherde wird durch die Stauung flammende Röte und ein riesiges Oedem des gestauten Gliedes hervorgerufen. Die erkrankten Muskeln erholen sich schnell. Gangrän ist während und nach der Stauung niemals aufgetreten. Das große Mißverhältnis der Todesfälle zwischen der hyperämisierenden Behandlung = 16 % gegenüber 62,7 bei operativer Behandlung ist derartig, daß die Dauerstauung nach Bier einen Vorzug vor jeder anderen Behandlung verdient. Allerdings muß zugegeben werden, daß es sich bei den operativen Fällen meist um die viel bösartigere, aber seltenere Erkrankung am Stamm handelte. Der Hauptwert der Stauung liegt aber in der prophylaktischen Anwendung.

Weitere Erfahrungen veröffentlicht Rumpel, der sich der Ansicht von Bier anschließt, soweit es sich um Erkrankungen leichter Art handelt, die Erkrankung also noch auf einzelne Muskelteile beschränkt war. Primäre Weichteilverletzungen heilten unter der Stauung aus, bei tiefliegenden Durch- und Steckschüssen jedoch verlief die Gasphlegmone nicht so gutartig, da häufig langwierige Eiterungen in den Muskelinterstitien auftraten, nachdem bei Beginn der Stauung die Jauchung der Wunde verschwunden war. Ebenso hielt bei den mit Knochen- und Gelenkverletzungen einhergehenden Wunden die anfänglich gute Stauwirkung nicht immer an. Ungünstig aber war das Ergebnis bei der schweren, akut fortschreitenden Gasphlegmone, wenn auch vereinzelte Heilerfolge beobachtet wurden. Ferner erwies sich die Stauungsbehandlung als ungeeignet bei Verletzungen der großen zu- und abführenden Gefäßstämme sowie bei komplizierten Knochenbrüchen und Gelenkaffektionen, da die Zahl der Amputationen durch sie nicht eingeschränkt wurde.

Ein ähnliches Prinzip wie die Stauung verfolgt die Behandlung mit Kataplasmen (Bier, Hanken, Rumpel), die

nach Rumpel am besten auf die oedematöse Umgebung aufgelegt werden, oder Jodalkohollösungen, welche, die erkrankte Stelle weit deckend, eine Hyperämie hervorrufen sollen. Ganz besonders läßt sich die hyperämisierende Behandlung an Körpergebieten anwenden, die für die Stauung schlecht oder garnicht zugänglich sind.

Die Saugglocke nach Bier benutzte Beck-Karlsruhe, der nach Anlegung eines queren Kragenschnittes die Gasblasen aus dem Gewebe saugte.

Gegen die Stauung wie überhaupt gegen die Bier'sche Therapie haben eine Reihe erfahrener Chirurgen (Franz, Payr etc.) die allerernstesten Bedenken erhoben. Vor allem ist es Payr, der vor der Stauungsbehandlung warnt, da sie in der Hand des Ungeübten großes Unheil anrichten, dann aber auch nur in den best-eingerichtesten Krankenhäusern durchgeführt werden kann. Das rein chirurgische Vorgehen ist seiner Ansicht nach die beste und sicherste Abwehr, und auch die Erfolge der chirurgischen Behandlung geben ihm recht. In der letzten Zeit ist man wohl allgemein wieder zur rein chirurgischen Behandlung übergegangen.

Für den Gasbrand kommen, wie oben auseinandergesetzt, verschiedene Erreger in Betracht, die in einem mehr oder weniger nahen verwandtschaftlichen Verhältnis zueinander stehen. — Klose faßt drei Gruppen von Mikroorganismen zusammen:

1. Die Gruppe des Rauschbrandbazillus.
2. „ „ „ Fraenkel'schen Gasbrandbazillus.
3. „ „ „ bac. putrificus (maligner Oedembazillus). —

Da sich diese fast ausnahmslos nur in der Wunde oder deren nächster Umgebung finden, ihre Anwesenheit im Blute (in vivo) selten nachzuweisen ist, sind verschiedene Autoren zu der Ansicht gekommen, daß der Tod an Gasphlegmone nicht infolge einer Septikämie (Pribram), sondern infolge

einer Toxinämie eintritt (Aschoff, Franz, Klose). Auf Grund der pathologisch anatomischen Befunde kommen Ernst Fraenkel-Frankenthal-Königsfeld zu dem gleichen Ergebnis. [Milzbefund, Fehlen von Gas in den Organen].

Aschoff hat nun eingehende Untersuchungen angestellt, ob es sich um echte Toxine (Ektotoxine) d. h. um Stoffwechselprodukte der lebenden Bakterien, oder um Endotoxine, d. h. um Gifte, die erst mit dem Absterben und Zerfallen der Bakterienleiber frei werden, handelt. In derselben Richtung erstreckten sich die Versuche von Ernst Fraenkel-Frankenthal-Königsfeld. Das Ergebnis war, daß die sowohl mit Ekto- wie mit Endotoxin intraperitoneal und intravenös mit verschiedenen Dosen (1. 2. 5. 10. 20. ccm.) geimpften Kaninchen einer Giftwirkung erlagen. Durch aktive Immunisierung beim Pferde gelang es ein Serum zu gewinnen, das beim Tier-Experiment einen relativ gut wirksamen Schutz ausübte.

Mit derselben Frage beschäftigte sich Klose; als Ausgangspunkt seines Studiums der Giftbildung und -Wirkung wählte er sich den Fraenkel'schen Gasbazillus.

Es gelang ihm die Darstellung eines Stoffwechselproduktes dieses Anaërobiers,

„das eine spezifisch lokale und allgemeine Wirksamkeit bei den Versuchstieren entfaltete und das als ein von dem Bazillus gebildetes Toxin angesprochen wird." Klose konnte es nachweisen sowohl in der Exsudatflüssigkeit infizierter Meerschweinchen als auch in 5 Fällen im Blutserum von an schwerer Gasphlegmone erkrankten Verwundeten und endlich in Traubenzuckerbouillonkulturen des Bazillus. Die Verankerung des Toxins des Fraenkel'schen Gasbazillus mit den Körperzellen setzt außerordentlich rasch ein, „sodaß eine Absättigung derselben durch ein antitoxische Schutzstoffe enthaltendes Serum um so mehr Aussicht auf Erfolg haben dürfte, je eher dasselbe nach der Infektion bezw. der Einführung des Giftes verabreicht wird."

Das Toxin ist ziemlich thermostabil, durch reinen Sauerstoff wird die Wirksamkeit des Giftes kaum abgeschwächt und durch 0,5% Karbol nicht wesentlich geschädigt. Durch die Behandlung von Kaninchen, Eseln und Pferden konnte ein wirksames Immunserum dargestellt werden, das nach den Prüfungen als ein antitoxisches bezeichnet werden darf.

Weiterhin gelang ihm der Nachweis eines giftigen, filtrierbaren Stoffwechselproduktes in den Kulturen eines zu der Gruppe der Erreger des malignen Oedems zugerechneten Anaëroben, das sich als thermolabil erwies und dessen Wirksamkeit durch einstündiges Erwärmen im Wasserbad auf 58° völlig aufgehoben wurde. Bei Kaninchen, Meerschweinchen und weißen Mäusen löst es injiziert ein typisches Krankheitsbild aus; mit diesem Stoffwechselprodukt als Antigen gelang die Immunisierung von Kaninchen und Meerschweinchen.

Bonhoff [13]), der die Fraenkel'schen Gasbazillen von der Gruppe der Oedembazillen scharf trennt, hat in seinen Versuchen, die die Gewinnung agglutinierender Sera bei Kaninchen bezweckten, bisher keine brauchbaren Ergebnisse erzielt; jedoch sind weitere Untersuchungen im Gange, die besonders darauf hinausgehen, zwischen Oedem- und Fraenkelbazillen ein ähnliches Verhältnis zueinander festzustellen, wie zwischen Typhus- und Paratyphusbazillen.

„Für die praktische Bekämpfung der durch Bodenbakterien bedingten Wundinfektion würden diese Beziehungen der Bakterien zueinander zweifellos eine wesentliche Erleichterung bilden."

Experimentell therapeutische Studien über die Gruppe der Gasbranderreger stellte v. Wassermann [128]) an, und zwar wählte er den Rauschbrandbazillus, „weil die menschlichen Gasbranderreger infolge ihrer rasch abnehmbaren Virulenz nur schwer ein gleichmäßiges Arbeiten im Tierversuch gestatten", während das Rauschbrandmaterial in Gestalt ge-

trockneter Gewebsstücke unverändert seine hochgradige Virulenz für Meerschweinchen behält. Trockene Muskelstückchen von einem an Rauschbrand gefallenen Rinde wurden in ganz geringerer Menge unter die Haut des Meerschweinches gebracht, das unter stürmischem Krankheitsverlaufe innerhalb 20 Stunden zu Grunde ging. Die bei der Sektion gefundene blutige Oedemflüssigkeit, mit der Bindegewebe und Muskel durchtränkt sind und die bei Weiterverimpfung unter dem Bilde des Rauschbrandes absolut zum Tode führt, enthält bei der mikroskopischen Untersuchung große Mengen von Rauschbrandstäbchen. Wenn nun 1 ccm dieses Oedems von einer sehr stark adsorbierenden Kohle, z. B. Carbovent (Chemische Fabrik, Aussig a. d. Elbe) angesaugt, bei Zimmertemperatur in einem Schälchen angetrocknet und dann in diesem trocknen Zustande einem Meerschweinchen unter die Haut gebracht wird, so tritt kein Rauschbrand mehr ein. Durch die Antrocknung an die Tierkohle haben aber die in der Oedemflüssigkeit vorhandenen Rauschbrandbazillen bezw. ihre Sporen keinesfalls ihre Lebensfähigkeit eingebüßt, sondern es entwickeln sich, wenn man das Kohle-Oedempulver 5—10 Minuten lang auf 70° erhitzt und dann in hoher Schicht von Traubenzuckeragar bei 37° bebrütet, typische Rauschbrandkolonien, d. h. also, daß die an der Kohle angetrockneten Sporen bezw. Bazillen durchaus lebensfähig bleiben und in der Kultur auskeimen, trotzdem aber keinen Rauschbrand im Versuchstier hervorrufen. Daraus geht mit Sicherheit vor, daß in der Oedemflüssigkeit, die stets die Krankheit auslöst, außer den Sporen noch chemische Stoffe vorhanden sein müssen, welche zum Zustandekommen der Krankheit unbedingt erforderlich sind und die durch die Adsorption an die Kohle bezw. die Erhitzung auf 70° ausgeschaltet wurden. Die Sporen allein können demnach gesundes Gewebe nicht angreifen, andererseits verursacht auch, wie Versuche gezeigt haben, die durch Berkefeldt-Liliputfilter

steril filtrierte Oedemflüssigkeit, unter die Haut injiziert, absolut keine Rauschbranderkrankung. Sowohl die Sporen wie auch das sporenfreie Oedem sind also für sich allein nicht befähigt, die Krankheit auszulösen, sondern nur beide vereint bewirken das Auftreten des Rauschbrandes. Der gleiche Vorgang wie beim Rauschbrand spielt sich auch beim menschlichen Gasbrand ab. Das Fortschreiten des Prozesses von der Eingangspforte der Infektion auf das gesunde Gewebe läßt sich nur durch die in der Oedemflüssigkeit vorhandenen fermentativen Substanzen erklären, die von den saprophytischen Gasbranderregern durch die faulige Zersetzung des durch das Trauma geschädigten oder gar abgestorbenen Gewebes gebildet werden. Die Gewebsflüssigkeit nun diffundiert in das gesunde Gewebe und schädigt dieses durch ihre Fermente so, daß es für die Saprophyten angreifbar wird. Während also im Anfange der Erkrankung das Trauma die Gewebsschädigungen hervorruft, sind es beim weiteren Ausbreiten des Prozesses die in der Gewebsflüssigkeit enthaltenen fermentativen Substanzen, die richtige Aggressine sind, d. h. eine Avantgarde, die von dem Herde der Infektion gegen das gesunde Gewebe zum Zwecke der Schädigung vorgesandt wird, weil die Gasbranderreger selbst nur in totem oder doch mindestens schwer geschädigtem Gewebe leben können. Um nun therapeutisch der Gasphlegmone wirksam entgegen treten zu können, ist es nach v. Wassermann notwendig, die beim Gewebszerfall entstehenden chemischen Stoffe unschädlich zu machen, indem eine „adsorbierende Grenzschicht“ wie eine richtige Brandmauer gegen das gesunde Gewebe errichtet wird. Nach den experimentellen Untersuchungen waren das Carbovent oder andere indifferente Kolloïde dazu besonders geeignet; klinisch hat es sich bis jetzt noch nicht bewährt.

Wie Klose etc. hatten sich auch Conradi und Bieling schon frühzeitig nach einem antitoxisch wirkenden Serum

umgesehen, das ihnen in dem von den Höchster Farbwerken gelieferten Rauschbrandheilserum sofort zur Hand war. Da nach ihrer Ansicht der Gasbranderreger dem Rauschbrandbazillus verwandtschaftlich sehr nahe steht und infolge der Kürze der Zeit ein spezifisches Gasbrandantitoxin nicht hergestellt werden konnte, so begannen sie orientierende Versuche zur Beeinflussung des Gasbrandes mit Hilfe intramuskulärer Injektion von Rauschbrandheilserum. Diesen prophylaktischen wie therapeutischen Schutzimpfungen Schwerverletzter mit Rauschbrandserovakzin und Immunisierungsversuchen mit Rauschbrandserum für alle Fälle von Gasbrand tritt Fraenkel äußerst scharf entgegen, da der von C. u. B. gefundene Bazillus noch keineswegs sicher als der alleinige Erreger der Gasphlegmone anzusprechen und die Wirkung und der Nutzen, der damit geschaffen werden soll, noch nicht vorauszusehen ist.

Der Vollständigkeit halber erwähne ich noch die Arbeiten von Weinberg-Séguin [70]), die sich gleichfalls mit dem Gasbrand beschäftigt haben. Schon im Mai 1915 haben sie zwei äußerst toxisch wirkende Bakterien aus der Flora der Gasphlegmone isolieren können, die vom bac. perfringens verschieden sind und dem von Conradi und Bieling gefundenen bac. sarcemphysematodes hominis am meisten ähneln. Sie kommen zu dem Schluß, daß ihr Bazillus oedematicus für die Ätiologie der Gasphlegmone in erster Linie in Betracht kommt. Das von ihnen gefundene serum antioedematicum, ein Pferdeserum, ist antitoxisch und präventiv wirksam und kann bei rechtzeitiger Injektion den Ausbruch einer vom bac. oedematicus verursachten Gasgangrän verhüten. Nach Zeitungsnachrichten (Temps) soll dieses Serum ein ausgezeichnetes Prophylaktikum sein und der antitoxischen Wirkung des Diphterieserums entsprechen.

Die Untersuchungen von Wassermann gaben auch allgemeine interessante Aufschlüsse. Die erste Sorge für die Behandlung ist die möglichste Fernhaltung der Oedem-

flüssigkeit, die die Gefahr für das Fortschreiten des Gasbrandes in sich trägt, von dem gesunden Gewebe, da dieses ja nicht von den Gasbrandbazillen angegriffen werden kann; dadurch hat also jeder Eingriff seine Berechtigung, der eine Einwirkung der fermentativen Substanzen auf das lebensfähige Gewebe verhindert. Praktisch geschieht dieses in den zahlreichen breiten Inzisionen.

Die große Bedeutung, die vielerseits der keimtötenden Sauerstoffbehandlung beigemessen wird, wird — wie schon gesagt — auch vereinzelt stark bezweifelt. Um die histogene Giftwirkung, die auf eine Sauerstoffentziehung des strömenden Blutes zurückgeführt werden kann (Conradi u. Bieling), herabzusetzen, erhebt sich die theoretische Forderung, dem durch Blutverlust und von der Hämoglobinreduktion des Blutes bedrohten Organismus durch eine erhöhte Zufuhr von Sauerstoff zu Hilfe zu kommen, was sowohl durch Sauerstoffinsufflationen an der gaserkrankten Stelle wie auch durch Sauerstoffinhalationen erzielt werden kann. Nach der Ansicht von Conradi u. Bieling ist die Sauerstoffinjektion in das erkrankte Gewebe nicht imstande, die Entwicklung und Vermehrung der Gasbrandbazillen im Gewebe zu verhindern, weil der Ueberschuß der reduzierenden Substanzen im Brandherd sofort den künstlich zugeführten Sauerstoff bindet, ohne die anaëroben Keime schädlich zu beeinflußen. Die Sauerstoffapplikationen oder sonstige Behandlung mit Wasserstoffsuperoxyd-Präparaten bezwecken demnach nicht eine Vernichtung der Gasbazillen, sondern sie sollen das reduzierende Gewebsgift durch Oxydation entgiften. Den gleichen Grund hat die Sauerstoffinhalation, die nicht dem Hämoglobin des Blutes mehr Sauerstoff zuführen soll — durch die Einatmung der atmosphärischen Luft ist bereits eine maximale Oxydation erreicht, — sondern die im Plasma kreisenden und sich stets erneuernden Reduktionsgifte sollen einem ständig erhöhten Sauerstoffdruck ausgesetzt werden, weil dadurch die entgiftende Wirkung gesteigert wird.

Die Dauerstauung und die rhythmische Stauung steht mit den biochemischen Vorgängen bei den Gasbrandprozeßen nach von Wassermann durchaus im Einklang, weil die mit der Stauung zusammenhängenden biologischen und mechanischen Faktoren einerseits erhöhend auf die Vitalität des gestauten Gewebes, andrerseits hemmend gegenüber den in der Oedemflüssigkeit vorhandenen Fermenten wirken.

Wassermann schließt seine Abhandlung mit den Worten: „Alle Maßnahmen, welche sich gegen die biologischen Eigenschaften des lebenden Erregers wenden, wie z. B. Antiseptika oder die Einführung von Sauerstoff in die Wunde, um auf diese Weise dem anaërob lebenden Keime die Daseinsbedingungen zu entziehen, dürften daher weder den Kernpunkt treffen, noch große Aussichten auf Erfolg haben. Das eigentlich gefährliche sind die in der Brandflüssigkeit enthaltenen, beim Gewebszerfall entstehenden chemischen Stoffe. Diese müssen getroffen werden; an sie muß sich Prophylaxe und Therapie der Gasbrandinfektion halten."

Unsere Hauptaufgabe muß und soll eine rechtzeitig einsetzende Prophylaxe sein, die sich nach Ritter auf drei verschiedenen Wegen vollziehen kann. Neben der alten antiseptischen Wundbehandlung nach Lister, die die Infektion wohl nicht beeinflussen oder verhindern kann, kommen vor allem die prophylaktische Ausschneidung der Wunde nach Friedrich und die Bier'sche Stauung in Betracht. Vor allem Garré, Payr und andere namhafte Chirurgen sind dafür eingetreten, jede Wunde sobald als möglich (in den ersten 6—12 Stunden) in einem Umkreise von 1-2 cm zu excidieren, das ganze Wundgebiet gründlich zu reinigen und den Wundkanal breit zu spalten. Buchten und Taschen werden freigelegt, verdächtige Hautstellen breit incidiert. Nach Entfernung aller Fremdkörper, wie Geschoßteile, Tuchfetzen, Knochensplitter und Abtragung nekrotischer oder schwer

geschädigter Fascien und Muskelteile, deren volle Funktion später doch zweifelhaft ist, wird die Wunde mit Perubalsam oder Jodtinktur begossen und verbunden oder offen behandelt. Für einen guten Abfluß des Wundsekrets muß Sorge getragen werden. Vereinzelt wird vorgeschlagen, die Umgebung der Wunde gleichzeitig mit heißem Wasser und Seife gründlich zu reinigen. Nach der Ansicht von Ritter kann diese Behandlung auch noch 30 Stunden nach der Verwundung erfolgreich angewandt werden. Dem Jodoform schreibt Fruend eine spezifische Wirkung auf den Gasbazillus zu. Für die prophylaktische Behandlung mit Chlorkalklösungen, die von geschultem Personal schon bei den vordersten Sanitätsformationen gegeben werden können, verwenden sich Denk und Walzel. Duhamel verlangt auf die Anregung von Prof. Wieting, ausreichende Inzisionen schon bei den Sanitätskompagnien zu machen, um so vorbeugend die Entwicklung der Gasphlegmone zu verhindern. Vielfach leistet zur Verhütung drohender Gasphlegmone auch die offene Wundbehandlung bei rechtzeitiger Anwendung gute Dienste. Nach der Ansicht von Bier bietet die breite und gründliche Spaltung nur in den ganz frischen Fällen vielleicht Aussicht auf Erfolg, sie versagt aber völlig, wenn die Infektion schon einen Tag oder länger im Körper steckt. Seiner Ansicht nach besitzen wir in der Stauung ein ausgezeichnetes prophylaktisches Mittel, das sich im allgemeinen allerdings nur an den Extremitäten anwenden läßt. Bier, Ritter, Sehrt und Thies haben in weitgehendem Maße von der Dauerstauung als Prophylaktikum Gebrauch gemacht und nicht nur die leichten Fälle, sondern meistens die allerschwersten und verschmutztesten Knochen- und Weichteilzertrümmerungen zur Behandlung ausgewählt.

Endlich muß die Prophylaxe auch die latenten Gasinfektionen, d. h. die Vermeidung drohender Spätinfektionen durch ruhende anaërobe Keime berücksichtigen. Besondere Vorsicht verdienen die Nachoperationen; dadurch daß die

äußerst widerstandsfähigen Anaërobier sich noch lange Zeit — wie die Fälle von Marwedel und Simon zeigen, über 6 Monate — im Körper aufhalten können, ohne die Infektion zum Ausbruch zu bringen, ist die äußerste Vorsicht geboten. Aus diesem Grunde haben eine ganze Reihe von Autoren Vorschläge der verschiedensten Art gemacht. So hat Salom (Münch. med. Woch. 1916 Nr. 20), durch Bestrahlung von Narben und Fisteln mit der Quarzlampe vor dem Eingriff sehr günstige Resultate erzielt. Marwedel empfiehlt auf Grund seiner eigenen Erfahrung das Hackenbruch'sche Verfahren, die Verwuudeten mit Chinin oder wo dieses schlecht vertragen wird, mit Aspirin mindestens eine Woche lang vorzubereiten, ehe man zur Nachoperation schreitet; M. hat es sich zur Regel gemacht, vor jeder beabsichtigten Spätoperation zwei bis drei Wochen hindurch dreimal täglich 0,3 g Chinin zu geben, da seiner Ansicht nach eine kürzere Zeit der Darreichung nicht immer eine genügende Sicherheit gewährt.

Ein weiteres prophylaktisches Mittel sieht er wie auch Rumpel u. a. in der Vermeidung der Blutleere bei Extremitäten-Nachoperationen, um von vornherein den Anaërobiern alle günstigen Lebensbedingungen zu nehmen.

Chinin, Vermeidung der Blutleere während und offene Wundbehandlung nach der Operation sind nach Marwedel sicher geeignet, die Gefahr der latenten Gasinfektion zu verringern und dadurch die Heilerfolge zu bessern. Weitere Versuche mit Chininderivaten, vor allem mit dem Eucupinum bihydrochloricum [85]) als gutes Prophylaktikum sind im Gange.

Über die Übertragbarkeit der Gasbazillen von Mensch zu Mensch gehen die Ansichten auseinander. Während zu Beginn des Krieges noch alle Vorsichtsmaßregeln getroffen und teilweise strengste Isolierung der Kranken vorgenommen wurden, ist man wohl jetzt von einer so streng durchgeführten Absonderung abgekommen. In der Literatur findet

sich bis jetzt kein Fall verzeichnet, der eine Ansteckung von Mensch zu Mensch feststellt.

Erwähnen möcht ich hier einen Fall von Gasphlegmone nach einem incidierten Furunkel des rechten Oberschenkels, den Jacobsohn mitteilt.

Während des Bahntransportes tritt an der Incisionsstelle eine letal verlaufende Gasphlegmone auf. Der Kranke hatte vorher an keiner Kampfhandlung teilgenommen. Die Übertragung der Infektion läßt sich in diesem Falle nur durch die instrumentelle Behandlung erklären, daß also die Gasbazillen an dem Messer gesessen haben, das zur Inzision benutzt wurde. In den meisten Lazaretten wurden für die Behandlung der an Gasphlegmone Erkrankten schon ziemlich zu Beginn des Krieges besondere Instrumente bereit gehalten, um von vornherein eine instrumentelle Übertragung zu verhüten.

Durch die Möglichkeit der ruhenden Infektion gibt es sicherlich eine ganze Reihe von Bazillenträgern, die herauszufinden wir aber nicht immer in der Lage sind. Vielleicht gehört hierher der Fall des Soldaten E., den Marwedel mitteilt, (Knochentransplantation des Femur von einer frischen Leiche); da nicht mehr festzustellen war, wer der Träger der ruhenden Infektion war, der Operierte oder der an Herzembolie plötzlich Gestorbene — beide waren durch Granatschuß ein halbes Jahr vorher verwundet worden — kommt unter Umständen der Spender des Knochenstückes als Bazillenträger in Frage.

Die Arbeiten von Wassermann, Aschoff und Klose haben gezeigt, daß weitgehendste Forschungen im Gange sind, ein wirksames Immunserum zu schaffen, das prophylaktisch eingespritzt, den Ausbruch der Infektion verhüten soll. Aschoff hat bereits mit dem von ihm gefundenen Antitoxin den Versuch gemacht, es mit dem Tetanusantitoxin zu vereinen, und beide Sera gleichzeitig in einer Spritze prophylaktisch einspritzen zu können. Praktische Erfahrung

über die Serumschutzbehandlung hat Rumpel gesammelt, dessen Beobachtungsmaterial sich auf 1200 Verwundete belief. R. nimmt auf Grund seiner Beobachtungen eine Schutzwirkung des Gasoedemserums als nachgewiesen an. Die Einspritzung, intramuskulär oder intravenös, wurde so frühzeitig wie möglich nach der Verwundung vorgenommen, und eine erhebliche Abnahme der frühen Erkrankungsfälle konnte festgestellt werden. „Abgesehen von wenigen, auf dem Boden schwerer Kreislaufstörung und tötlicher Verwundung entstandenen Erkrankungsfällen, wurde bei keinem anderen von den mit Schutzimpfung versehenen Verwundeten die Infektion erfolgreich." Eine mehrfache Wiederholung der Schutzimpfung, besonders bei weiteren operativen Eingriffen, hat sich in der Praxis besonders wirksam erwiesen. Nebenwirkungen der Seruminjektion wurden außer ziemlich häufig auftretender Urtikaria mit vorübergehender Temperatursteigerung niemals beobachtet.

Da der Schmutz und die Unsauberkeit des Schlachtfeldes ebenso wie das Wetter von Einfluß auf die Ausbreitung der Gasphlegmone sind, empfiehlt Sackur, den Mannschaften über die Gefahr der Gasphlegmone belehrende Vorträge zu halten, um dadurch eine größere Sauberkeit des Körpers und vor allem der Kleidung zu erreichen. Sein Hinweis, nach dem Kriege einen statistischen Vergleich zwischen Kriegsmarine und Landheer über das Auftreten der Gasphlegmone zu ziehen, dürfte immerhin lehrreich sein und praktisch später verwertbare Neuerungen bringen.

Bei der großen Überlastung der vordersten Lazarette bei großen Kampfhandlungen hat es sich als notwendig herausgestellt, das Sanitäts- und Wärterpersonal besonders zu schulen. Da es bei der großen Verwundetenzahl für den behandelnden Stationsarzt nicht immer möglich ist, jeden Kranken dauernd zu beobachten, muß das Personal angewiesen sein, um frühzeitig den Ausbruch einer Gasphlegmone festzustellen, während des täglichen Messens und Pulszählens

grobe Mißverhältnisse sofort zu melden. Denn gerade plötzliches Hinaufschnellen der Pulsfrequenz bietet uns mit die erste Handhabe einer beginnenden Gasphlegmone.

Da eine gewisse Inkubationszeit beim Gasbrand erwiesen ist, so verdient die Transportfrage eine größere Beachtung. Wenn auch nur der geringste Verdacht besteht, muß ein Ab- bezw. Weitertransport unterbleiben. Besondere Aufmerksamkeit verdienen die Kranken, die während größerer Kämpfe direkt von der Front mit Lazarettzügen in Heimatslazarette überführt werden. Da der Transport immer mehrere Tage dauert und während der Fahrt nur schwer ein aseptischer Wundverband angelegt oder erneuert werden kann, so müssen und dürfen keine Zweifel einer möglichen Infektion bestehen. Die verhältnismäßig hohe Zahl der während des Transportes nach den Heimatslazaretten aufgetretenen Gasphlegmonen zeigt, daß größte Vorsicht am Platze ist.

Aus diesem Grunde muß jede zweifelhafte Wunde vor dem Abtransport breit gespalten und evtl.durch prophilaktische Anwendung von Karbolsäurelösungen etc. vorbehandelt werden. Jeder Verband, ob einfache Bindentouren oder Schienenverband, soll Druckstellen vermeiden, um nicht einen locus minoris resistentiae zu schaffen, der die Ausbreitung der Gasbazillen begünstigt. Gipsverbände müssen so angelegt sein, daß sich während eines Transportes eine drohende Infektion rechtzeitig erkennen läßt; es ist dies durch einen guten gefensterten Verband zu erreichen, der die Umgebung der Wunde noch weit frei läßt und zu jeder Zeit die Möglichkeit einer Kontrolle gibt.

Wenn auch heute noch nicht die Frage geklärt ist, in welchem verwandtschaftlichem Verhältnis die einzelnen Typen von Gasbrandbazillen zu einander stehen, ob die verschiedenen Formen von einander unabhängige Anaërobier oder in dem Sinne von Conradi und Bieling alle Unterarten

eines gemeinsamen Stammes sind, so hat die Therapie doch große Erfolge erzielt und gegenüber den Ergebnissen vor dem Kriege eine bedeutend höhere Zahl von Gasphlegmonen zur Ausheilung gebracht. Einheitlich ist die Behandlung auch heute noch nicht. Jede Methode, sowohl die rein chirurgische wie die Sauerstoff- oder Stauungsbehandlung hat ihre Anhänger.

Bei den Sanitätsformationen des Feldheeres ist im allgemeinen die Bier'sche sog. unblutige Behandlung wegen der erheblichen Schwierigkeiten (Technik, Platzfrage, Personal) nicht durchführbar. Daher bleibt, wie Payr sagt, wohl nach wie vor nur eine Waffe gegen die Gasinfektion — das Messer. Der chirurgische Eingriff bietet uns noch immer die sicherste Kontrolle über den augenblicklichen Zustand des Kranken. Die Stauungsbehandlung steht heute noch nicht auf einer derartigen Höhe, daß sie Gemeingut geworden ist, und die Erfahrungen anderer Chirurgen haben in der größten Mehrzahl der Fälle ein wenig erfreuliches Resultat gezeitigt.

Die von Aschoff, Rumpel und Klose vorgenommenen Versuche haben ein Gasoedemschutzserum, welches die Höchster Farbwerke herstellen, ergeben, das bei den bisher angestellten Beobachtungen eine gute Schutzwirkung gezeitigt hat. Und weitere Untersuchungen sind im Gange, um das Gewonnene weiter auszuproben und zu vervollkommnen, um als Krone aller Arbeiten der Menschheit ein Schutzserum gegen die Gasphlegmone zu geben, das als sicheres Prophylaktikum ebenso Schutz gewähren soll, wie das Tetanusantitoxin und Diphtherieserum.

Literatur.

1. Albrecht, Gasbrand, Wiener klin. Wochenschrift 1916, Nr. 30.
2. „ über die Frühdiagnose des Gasbrandes, Wiener klin. Wochenschr. 1917, Nr. 30.
3. Armknecht, Beitrag zum Wesen und zur Therapie der Gasphlegmone, Münch. med. Woch. 1915, Nr. 13.
4. Aschoff, über Gasphlegmone, Straßb. med. Ztg. 1915, Nr. 12.
5. „ zur Frage der Ätiologie und Prophylaxe der Gasödeme, Dtsch. med. Woch. 1916, Nr. 16/17.
6. Auersperg, Gasembolie nach subkutaner Wasserstoffsuperoxyd-Injection bei Gasphlegmone, Wiener med. Woch. 1916, Nr. 22.
7. Bethe, zur Diagnose der Gasphlegmone, Münch. med. Woch. 1916, Nr. 23.
8. Bier, Die Gasphlegmone im wesentlichen eine Muskelerkrankung, Med. Klinik 1916, Nr. 4.
9. „ Anaërobe Wundinfection, abgesehen von Wundstarrkrampf, Bruns Beitr. zur klin. Chir., Bd. 102. Heft 22.
10. Biermann, zur Diagnose der Gasgangrän, Münch. med. Woch. 1916, Nr. 44.
11. Bingold, Gasbazillensepsis, Dtsch. med. Woch. 1915, Nr. 7.
12. Boecker, Die Behandlung der Gasphlegmone im Felde, Med. Klinik 1915, Nr. 12.
13. Bonhoff, Gasphlegmone, Münch. med. Woch. 1917, Nr. 23.
14. Borchers, Vorsicht bei der Sauerstoffbehandlung der Gasphlegmone, Münch. med. Woch. 1915, Nr. 39.
15. Brüsseler Kriegs-Chir.-Tag 1915, Bruns Beitr. zur klin. Chir., Bd. 96, Heft 4 (Seite 434—453).

16. Burchard, Gasabsceß, Gasphlegmone und Gasgangrän im Röntgenbild, Med. Klinik 1916, Nr. 28.
17. Busch, zur Diagnose und Therapie der Gasphlegmone, Dtsch. med. Woch. 1914, Nr. 51.
18. „ Kriegschirurgische Erfahrungen, insbesondere über die Anwendung der Dakinlösung und über die Häufigkeit des Auftretens von Gasphlegmone, Archiv f. Klin. Chir., Bd. 109, Heft 1.
19. Busson-György, über anaërobe Wundinfection durch Gasbrandbazillen, Wiener klin. Woch. 1916, Nr. 24, 30.
20. Cernic, Gasphlegmonen, Wiener klin. Woch. 1915, Nr. 38.
21. Chiari, zur Wundinfection im Kriege, Dtsch. Ztschr. f. Chir., Bd. 141, Heft 3, 4 (S. 177—187).
22. Coenen, Ein Rückblick auf 20 Monate feldärztl. Tätigkeit, mit besonderer Berücksichtigung der Gasphlegmone. Bruns Beiträge zur klin. Chir. Bd. 103, Heft 3, S. 419 ff.
23. „ Die Bösartigkeit des Gasbrandes in manchen Kampfgebieten, Berl. klin. Wch. 1917, Nr. 15, 16.
24. Conradi-Bieling, zur Ätiologie und Pathogenese des Gasbrandes, Münch. med. Woch. 1916, Nr. 4, 5, 28, 29, 44, 45.
25. „ Über Gasbrand und seine Ursachen, Berl. klin. Woch. 1917, Nr. 19.
26. Denk-Walzel, Die Gasphlegmone im Kriege, Wiener klin. Woch. 1916, Nr. 8.
27. Denk, Alkalitherapie bei foudroyantem Gasbrand, Zntr. Bl. f. Chir. 1916, Nr. 40.
28. Derganz, Der Gasbrand, Wien. klin. Woch. 1916, Nr. 1.
29. Dirks-Marmetschke-Griebel, Gasphlegmone nach kriminellem Abort, Monatsschr. f. Geburtsh. u. Gyn.. Bd. 40, Heft 3.
30. Dobbertin, Das Chloren schwerinfizierter Wunden mit Dakinlösung, Münch. med. Woch. 1916 Nr. 45, 1917 Nr. 14.
31. Döhner, Gasphlegmone im Röntgenbild, Münch. med. Woch. 1915, Nr. 38.
32. Duhamel, über Gasphlegmone, Dtsch. med. Woch. 1916, Nr. 37.
33. Fessler, Die Gasphlegmone, Münch. med. Woch. 1915, Nr. 30, 46.

34. Feuchtinger, zwei Gasbrandfälle der Haut, Wien. klin. Woch. 1917, Nr. 30.
35. Finkh, die frühzeitige Erkennung der Gasphlegmone durch das Röntgenbild, Dtsch. med. Woch. 1915, Nr. 20.
36. Fraenkel, Eugen, über die Ätiologie und Genese der Gasphlegmone, Gascysten und der Schaumorgane des menschl. Körpers. Ergebnisse der allgem. Path. und path. Ant. (Lubarsch-Ostertag) 1902, Bd. 8, Seite 402 ff.
37. „ Demonstrationen zum Gasbazillus, Münch. med. Woch. 1913, Nr. 3.
38. „ über Gasgangrän, Münch. med. Woch. 1914, Nr. 45.
39. „ kritisches über Gasgangrän, Münch. med. Woch. 1916, Nr. 13.
40. „ Einleitendes Referat zur Diskussion über den Gasbrand des Menschen (Tagung der Kriegs-Path.) Dtsch. med. Woch. 1916, Nr. 29.
41. „ über malignes Oedem, Dtsch. med. Woch. 1916, Nr. 46.
42. „ über den Gasbrand, Dtsch. med. Woch. 1916, Nr. 50.
43. „ Anaërobe Wundinfectionen, Ergebn. der Hyg. Bakteriol. Immunitätsforschung u. Experim. Ther. 1917, Bd. II.
44. Fraenkel, Ernst, Frankenthal-Königsfeld, zur Ätiologie, Patogenese und Prophylaxe des Gasbrandes, Med. Klinik 1916, Nr. 26, 27.
45. Franke, über einige Fälle von Gasphlegmone, Münch. med. Woch. 1914, Nr. 45.
46. Frankenthal, Luftembolie nach subkutaner Sauerstoffapplikation bei Gasgangrän, Münch. med. Woch. 1915, Nr. 19.
47. Franz-Graz, über den Einfluß der Witterung . . . . . Münch. med. Woch. 1916, Nr. 52.
48. Franz-Berlin, Gasphlegmone, Med. Klinik 1916, Nr. 39.
49. „ „ Kritisches zur Diagnose der Gasentzündung, Dtsch. med. Woch. 1917, Nr. 39.
50. „ „ Gasentzündung, Bruns Beitr. zur klin. Chir., Bd. 106, Heft 4, (Kriegschir. Heft 38).

51. Fründ, kriegschir. Erfahrungen bei Gasgangrän, Bruns Beitr. zur klin. Chir., Bd. 98, Heft 4, (Kriegschir. Heft 13).
52. Fürth, Beitr. zur Kenntn. der Gasbranderreger, Münch. med. Woch. 1916, Nr. 32.
53. Gärtner, Gasembolie bei Sauerstoffinjectionen, Münch. med. Woch. 1915, Nr. 22.
54. v. Gaza, die operative Behandlung der Gasphlegmone in ihrem progredienten Stadium, Bruns Beitr. z. klin. Chir., Bd. 98, Heft 4 (Kriegschir. Heft 13).
55. Geringer, über Nebennierenveränderungen bei Gasbrand, Wien. klin. Woch. 1917, Nr. 30.
56. Ghon, Gasbrand, Wien. klin. Woch. 1917, Nr. 13.
57. Groth, Beitrag zur Kenntnis der Gasphlegmone, Dtsch. militärärztl. Zeitschr. 1916, Nr. 5, 6.
58. Hagemann, Mittelrheinisch. Kriegschirurgentag, Bruns Beitr. zur klin. Chir., Bd. 98, Heft 5 (Kriegschir.. Heft 14).
59. Hanasiewicz, zur Pathogenese des Gasbrandes, Münch. med. Woch. 1916, Nr. 28.
60. Hancken, zur Klinik des Gasoedems, Münch. med. Woch. 1917, Nr. 38.
61. Heidler, Gefäßschluß und Gasbrand, Wiener klin. Woch. 1916, Nr. 8, 9.
62. „ Gasbrand, Wiener klin. Woch. 1916, Nr. 48.
63. Heim, anaërobiotische Anreicherung zur Reinzüchtung des Gasbrandbazillus, Münch. med. Woch. 1917, Nr. 38, 42.
64. Heyrowski, Frühdiagnose des Gasbrandes, Wien. med. Woch. 1916, Nr. 22.
65. „ Erfahrungen über Gasbrand, Wien. med. Woch. 1917, Nr. 8.
66. Hodesmann, zur Kasuistik der Gasphlegmone, Dtsch. med. Woch. 1917, Nr. 22.
67. Hopkes, über Gasbrand, Dtsch. Ztschr. f. Chir., Bd. 140, Heft 1, 2.
68. Hotz, Gasphlegmonen, Schweiz. Corresp.-Bl. 1915, Nr. 45.
69. Jacobsohn, einiges über Gasphlegmone und Gasgangrän, Dtsch. med. Woch. 1917, Nr. 22.
70. Kathariner (Weinberg-Séguin), zur Therapie des Gasbrandes etc., Münch. med. Woch., 1915 Nr. 14, 1916 Nr. 7, 1917 Nr. 5, 26, 42.

71. Kausch, über die Gasphlegmone, Bruns Beitr. z. klin. Chir., Bd. 97, Heft 1 (Kriegschir. Heft 5).
72. Kayser, Erfahrungen des Feldlazaretts 6 des VI. A. K., Dtsch. med. Woch. 1915, Nr. 14, 15, 16.
73a. Klose, über Toxin- und Antitoxinversuche mit dem Fraenkelschen Gasbrandbazillus, Münch. med. Woch. 1916, Nr. 20.
73b. „ Toxin- und Antitoxinversuche mit einem zur Gruppe der Gasoedembazillen gehörenden Anaeroben, Münch. med. Woch. 1917, Nr. 48.
74. „ bakteriologische und serologische Untersuchungen mit dem Fraenkelschen Gasbrandbazillus, Ztschr. f. Hyg. u. Inf.-Kr., Bd. 82, Heft 2.
75. „ Beitrag zur Kenntnis der durch die Gruppe der Oedembazillen erzeugten anaëroben Wundinfectionen, Münch. med. Woch. 1917, Nr. 9.
76. Kolaczek, über larviert verlauf. Gasbrand bei Schußverletzungen, Bruns Beiträge z. klin. Chir., Bd. 103, Heft 2 (kriegschir. Heft 26).
77. Lieblein, Kriegschirurg. Erfahrungen über Gasbazillen-infection, Wiener klin. Woch. 1917, Nr. 7.
78. Lonhard, zur Verhütung der Gasphlegmone, Dtsch. med. Woch. 1916, Nr. 19.
79. Marquardt, zwei Fälle von Gasphlegmone, Münch. med. Woch. 1916, Nr. 4.
80. Martens, Gasphlegmonen, Berl. klin. Woch. 1915, Nr. 29.
81. Marwedel-Wehrsig, über Gasbrand durch anaërobe Streptokokken, Münch. med. Woch. 1915, Nr. 30.
82. Marwedel, über offene und ruhende Gasinfection, Dtsch. med. Woch. 1917, Nr. 25, 26, 27.
83. Matti, Ergebnisse der bish. kriegschirurg. Erfahrungen, III. Der Gasbrand. Dtsch. med. Woch. 1916, Nr. 2.
84. Merkens, Wundbehandlung mit Carrel-Dakinlösung, Dtsch. med. Woch. 1917, Nr. 25.
85. Morgenroth-Bieling, über experiment. Chemotherapie der Gasbrandinfection, Berl. klin. Woch. 1917, Nr. 30.
86. Nahmacher, zur Behandlg. der Gasphlegmone, Münch. med. Woch. 1916, Nr. 6.
87. Otto, zur Wundbehandlung mit Carrel-Dakinscher Lösung, Dtsch. med. Woch. 1917, Nr. 6.

88. Passini, ältere Erfahrungen über die Anaërobier des Gasbrandes, Wien. klin. Woch. 1917, Nr. 7.
89. Payr, über Gasphlegmonen im Kriege, Münch. med. Woch. 1915, Nr. 2.
90. „ über Gasphlegmonen, Med. Klinik 1916, Nr. 17.
91. Pfanner, zur Frage der sog. Gasphlegmone, Med.Klinik 1915, Nr. 40.
92. Pfeiffer-Bessau, über bakteriolog. Befunde bei den Gasphlegmonen Kriegsverletzter. Dtsch. med. Woch. 1917, Nr. 39, 40.
93. Pribram, über Anaërobensepsis, Münch. med. Woch. 1915, Nr. 41.
94. „ Gasbrand und Anaërobensepsis, Wiener klin. Woch. 1917, Nr. 30.
95. Ranft, zur Frage derMetastasenbildung beiGasgangrän, Dtsch. med. Woch. 1916, Nr. 47.
96. Ritter, über Gasbrand, Münch. med. Woch.1915, Nr.13, Bruns Beitr. zur klin. Chirurg., Bd. 98, Heft 1, (Kriegschir., Heft 10).
97. Rübsamen, zur Prophylaxe und Therapie der Gasphlegmone, Münch. med. Woch. 1916, Nr. 41.
98. Rumpel, die Gasphlegmone und ihre Behandlung, Sammlung klin. Vorträge, 1917, Nr.736-739, (Chirurgie Nr. 202-205).
99. Rupp, über einen Fall von Gasgangrän mit Metastasenbildung, Münch. med. Woch. 1916, Nr. 25.
100. Rychlik, Gasabsceß des Gehirns, Münch. med. Woch. 1916, Nr. 48.
101. Sackur, die Gasphlegmone bei Kriegsverwundeten, Med. Klinik 1915, Nr. 37, 38.
102. Schlesinger, aktive oder konservative Kriegschirurgie? Dtsch. med. Woch. 1917, Nr. 25.
103. Schloeßmann, über Gasphlegmonen und Gasgangrän (Referat) Münch. med. Woch. 1914, Nr. 44.
104. „ über die offene, austrocknende Wundbehandlung bei Gasinfection, insbesondere bei Gasgangrän. Münch. med. Woch. 1915, Nr. 48.
105. Schmid, zur Behandlune der Gasphlegmone, Wien. klin. Woch. 1915, Nr. 21.
106. „ Tod durch Gasembolie bei Gasphlegmone, Wien. klin. Woch. 1915, Nr. 48.

107. Schönbauer, Anaërobensepsis, Wien. klin. Woch. 1917, Nr. 4.
108. Schwarz, Die Erkennbarkeit der Gasphlegmone im Röntgenbild, Wien. klin. Woch. 1915, Nr. 4.
109. Schüler, zum Krankheitsbilde der puerperalen Infection mit dem Fraenkelschen Gasbazillus, Münch. med. Woch. 1914, Nr. 48.
110. Seefisch, die Gasphlegmone im Felde, Dtsch. med. Woch. 1915, Nr. 9.
111. Sehrt, Stauungsbehandlung schwerer Granat- und Schrapnellverletzungen, Münch. med. Woch. 1915, Nr. 37.
112. „ der Gasbrand (Referat), Med. Klinik 1916, Nr. 40, 41.
113. „ die Bedeutung der Dauerstauung für die Prophylaxe und Therapie des Gasbrandes, Med. Klinik 1916, Nr. 28.
114. Selter, zur Aetiologie der Gasphlegmone, Dtsch. med. Woch. 1915, Nr. 40.
115. Simmonds, Gasembolie bei Sauerstoffinjectionen, Münch. med. Woch. 1915, Nr. 19.
116. Steinbrück, Rauschbrand und Gasbrand, Münch. med. Woch. 1915, Nr. 48.
117. Strauß, zur Behandlung der Gasgangrän im Felde, Med. Klinik 1914, Nr. 52.
118. „ zur Prophylaxe des Gasbrandes, Med. Klin. 1917, Nr. 25.
119. Suchaneck, zur Frage der Gasphlegmone bei Schrotschußverletzungen, Wien. klin. Woch. 1912, Nr. 24.
120. Sudeck, die Behandlung der Gasphlegmone mit Sauerstoffeinblasung, Med. Klinik 1914, Nr. 47.
121. Tappeiner, Erfahrungen bei malignen Phlegmonen, Dtsch. med. Woch. 1915, Nr. 51.
122. Thies, die Behandlung chirurgischer Infectionen mit rythmischer Stauung, Münch. med. Woch. 1916, Nr. 32.
123. „ die Behandlung der Gasphlegmone mit rythm. Stauung, Bruns Beitr. zur Klin. Chir., Bd. 105, Heft 5. (Kriegschir. Heft 34).
124. Tietze, über Gasphlegmone, Dtsch. med. Woch. 1914, Nr. 48.

125. Tietze-Korbsch, zum Kapitel der Gasphlegmone: Gasphlegmone der pia mater, Dtsch. med. Woch. 1915, Nr. 12.
126. Tweedy, Anwendung von Chininlösungen bei der Behandlung inficierter Wunden, Berl. klin. Woch. 1916, Nr. 9 (Referat).
127. Vogel, über den Nachweis von Gasbrandbazillen im Blut bei einem Fall von Gasbrandmetastase, Münch. med. Woch. 1917 Nr. 9.
128. v. Wassermann, Experimentell-therapeutische Studien aus der Gruppe der Gasbranderreger, Med. Klinik 1916 Nr. 17.
129. Wederhake, über Bekämpfung und Behandlung anaërober Wundinfektionen, Dtsch. med. Woch. 1917, Nr. 36.
130. Wieting, die Pathogenese u. Klinik der Gasbazillenінfektion, Dtsch. Ztschr. für Chir., Bd. 141, Heft 1-2.
131. Wilms, Stauungstherapie bei Gasphlegmone, Berl. klin. Woch. 1916, Nr. 34.
132. Winkelmann, Erfahrungen über Behandlung der Kriegswunden mittels Dakin'scher Lösung, Bruns Beitr. z. klin. Chir., Bd. 102, Hft. 4. (Kriegschir., Hft. 23, S. 447 ff.
133. Wullstein, kriegsärztiicher Abend in Lille, Münch. med. Woch. 1915, Nr. 4.
134. Zacherl, zur Differentialdiagnose der Gasbranderreger, Wiener klin. Woch. 1917, Nr. 17, 29.
135. Zeisler, Referat ärztlicher Verein Hamburg, Münch. med. Woch. 1917, Nr. 24.
136. „ zur Züchtung des baz. phlegmonis emphysematosae Eugen Fraenkel, Dtsch. med. Woch. 1917, Nr. 28.
137. Zindel, worauf beruht der Unterschied der Mortalität des Gasbrandes im Frieden und im Kriege? Münch. med. Woch. 1916, Nr. 47.
138. „ Referat über die neueren Arbeiten über Gasphlegmone, Bruns Beitr. zur klin. Chir., Be. 105, Heft. 2, kriegschir. Heft 31.

Lebenslauf.

Verfasser dieser Arbeit, Otto Rudolf Alfred Heinrich Keil, evangelischer Konfession, wurde geboren am 29. Mai 1889 zu Berlin als Sohn des verstorbenen Kursmaklers Rudolf Keil und seiner Ehefrau Elisabeth geb. Reymer. Von Oktober 1895 bis Ostern 1905 besuchte er das Friedrichs-Werdersche Gymnasium in Berlin und darauf das Königliche Pädagogium in Züllichau, das er Ostern 1909 mit dem Zeugnis der Reife verließ; darauf widmete er sich auf den Universitäten Bonn, Heidelberg und Berlin dem Studium der Medizin, bestand an letzterer Universität Sommer 1911 die ärztliche Vorprüfung und im Frühjahr bis Sommer 1914 das Staatsexamen. Bei Ausbruch des Krieges erlangte er die Approbation und trat gleichzeitig als Kriegsfreiwilliger ein. Im Frühjahr 1916 wurde er in das aktive Sanitätsoffizierkorps übernommen.